

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS**



**T E S I S**

**Estrategias de desarrollo y preparación para el plan de producción de la  
Mina Carahuacra - Compañía Minera Volcan S.A.A.**

**Para optar el título profesional de:**

**Ingeniero de Minas**

**Autor:**

**Bach. Raul Alexander DURAN ESPIRITU**

**Asesor:**

**Mg. Silvestre Fabián BENAVIDES CHAGUA**

**Cerro de Pasco – Perú – 2024**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS**

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS**



**T E S I S**

**Estrategias de desarrollo y preparación para el plan de producción de la**

**Mina Carahuacra - Compañía Minera Volcan S.A.A.**

**Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:**

---

**Mg. Vicente César DAVILA CORDOVA**  
**PRESIDENTE**

---

**Ing. Julio César SANTIAGO RIVERA**  
**MIEMBRO**

---

**Mg. Nelson MONTALVO CARHUARICRA**  
**MIEMBRO**



**Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión**  
**Facultad de Ingeniería de Minas**  
**Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de Minas**



Firmado digitalmente por CONDOR  
SURYC/IA2/11 Santa Silvia FAU  
20154620046 soft  
Motivo: Soy el autor del documento  
Fecha: 07.07.2024 20:20:52 -05:00



## **INFORME DE ORIGINALIDAD N° 026-2024**

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de Minas de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión ha realizado el análisis con exclusiones en el Software Turnitin Originality, que a continuación se detalla:

Presentado por:

**Bach. Raul Alexander DURAN ESPIRITU**

Escuela de Formación Profesional  
**Ingeniería de Minas**

Tipo de trabajo:  
**Tesis**

Título del trabajo  
**“Estrategias de Desarrollo y Preparación para el Plan de  
Producción de la Mina Carahuacra - Compañía Minera Volcan S.A.A.**

Asesor:  
**Mg. Silvestre Fabian, BENAVIDES CHAGUA**

Índice de Similitud: **24%**

Calificativo  
**APROBADO**

Se adjunta al presente el informe y el reporte de evaluación del software similitud.

Cerro de Pasco, 7 de julio de 2024.

Sello y Firma del responsable  
de la Unidad de Investigación

## **DEDICATORIA**

A Dios por ayudarme a salir adelante en los buenos y malos momentos en los años de mi formación dentro de la universidad.

A mi madre, Gisela, por siempre darme ánimos, consejos durante mi etapa en la universidad como también fuera de ella.

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, agradecer a Dios y a mi madre por el buen deseo y por todas las enseñanzas con las que me inculcaron para ser una mejor persona.

A Jasmín, mi querida hermana por las enseñanzas que pude recibir de ella, por las etapas alegres y tristes que pudimos compartir hasta ahora.

A mi asesor de tesis, por todos los conocimientos proporcionados y por la amistad profesional, ha sido un mentor y un modelo a seguir.

A los docentes de la facultad de Ingeniería de Minas, quienes fueron partícipes del conocimiento, valores y destreza para que me sirva en el ámbito laboral.

## RESUMEN

Situada en el distrito de Yauli, departamento de Junín, en el flanco oriental de la cordillera de los Andes centrales del Perú, la mina Carahuacra se encuentra a 110 km en línea recta de la ciudad de Lima.

La mina Carahuacra utiliza métodos subterráneos para extraer mineral polimetálico. Las vetas, mantos y cuerpos contienen mineralización de Zinc, Pb, Cu y Ag, siendo las vetas María y María Luisa las más significativas. En el segundo ejemplo, se puede observar la presencia del conjunto de abrigos conocido como Cuerpo Huaripampa. Según varios estudios, la mineralización polimetálica de Carahuacra es completamente epigenética. La esfalerita, la galena, la plata, la pirita, la hematita, el cuarzo, los carbonatos, la marcasita y la baritina son los minerales más comunes en el sistema de vetas Carahuacra.

Se contempla los ingresos por la venta de los concentrados y precios del estimado del mineral económico; con los costos fijos y variables promedios del 2015 y considerando los incrementos de costos en mina para el 2021 y 2022 – 2023, con requerimiento de mayor infraestructura para explotar la Veta María Luisa.

El objetivo de la apreciación de recursos es hallar la mejor estimación de ley y tonelaje de las estructuras mineralizadas y, en el proceso, establecer los errores de estimación probables con cierto nivel de confianza.

La estrategia de desarrollo de la mina tiene como objetivo profundizar en la caja de piso de las estructuras mineralizadas mediante una rampa principal. Esta rampa tiene una sección de 4,50 por 4,50 metros con una pendiente negativa del 12% y un nivel principal preparado.

**Palabras claves:** Desarrollo, Preparación, Planeamiento y Producción.

## **ABSTRACT**

The Carahuacra Mine is located in the district of Yauli, department of Junín, on the eastern flank of the central Andes of Peru, 110 km in a straight line from the city of Lima.

The Carahuacra mine uses subway methods to extract polymetallic ore. The veins, mantos and bodies contain Zinc, Pb, Cu and Ag mineralization, being the Maria and Maria Luisa veins the most significant ones. In the second case, the presence of the bundle of cloaks called the Huaripampa Body is observed. Some studies carried out show that the polymetallic mineralization of Carahuacra is eminently epigenetic. The most common minerals that occur in the Carahuacra vein system are: sphalerite, galena, silver minerals, pyrite, hematite, quartz, carbonates, marcasite, barite

Income from the sale of concentrates and estimated prices of the economic mineral are contemplated; with the average fixed and variable costs of 2015 and considering the increases in mine costs for 2021 and 2022-2023, with the requirement of greater infrastructure to exploit the María Luisa Vein.

The objective of resource estimation is to seek the best estimate of grade and tonnage of mineralized structures and, in the process, determine the probable errors of the estimate with some level of confidence.

The strategy for the development of the mine has been conceptualized to deepen through a main ramp in the floor box of the mineralized structures, with a section of 4.50m x 4.50m with a negative slope of 12% and the Preparation of the Main Level

**Keywords:** Development, Preparation, Planning and Production.

## INTRODUCCIÓN

El estudio contempla las Estrategias de desarrollo y preparación de la Mina Carahuacra en este momento en operación, teniendo como objetivo, revisar, validar y dimensionar la infraestructura necesaria para el planificar la producción de la mina teniendo como referencia primordial el uso adecuado de los recursos minerales de acuerdo con los estándares de calidad y las políticas comerciales para asegurar la sostenibilidad de las operaciones y la extracción de recursos económicamente explotables a largo plazo.

La siguiente metodología se utilizó para llevar a cabo el planeamiento a largo plazo fundamental: recopilación de información geológica, geotécnica, topográfica, recursos minerales, indicadores de productividad, costos, estrategias de desarrollo y preparación. Después de eso, se comenzó a planificar la infraestructura de la mina en su conjunto. Usando los módulos del software CAE Datamine, se creó y desarrolló el plan de minado a largo plazo.

- Modulo Studio 3, se utilizó para crear levantamientos topográficos en 3D y diseño de infraestructura a largo plazo, como rampas, by-pass, subniveles, galerías, cámaras y raised bored.
- 5D Planner, se utilizó para determinar la secuencia de minado para cada estructura mineralizada durante años, teniendo en cuenta los rendimientos del equipo, la cantidad de equipos y el tamaño de las tareas.
- Los planes de producción (Toneladas y Leyes) y de progreso (metros) se elaboraron utilizando EPS en los niveles de desarrollo, preparación, galerías y explotación inferior. Las cuales nos permitieron determinar las Estrategias de Desarrollo y Preparación de la Mina Carahuacra.

## ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### CAPÍTULO I

#### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.	Identificación y determinación del Problema .....	1
1.2.	Delimitación de la Investigación .....	2
1.2.1.	Ubicación.....	2
1.2.2.	Accesibilidad.....	2
1.2.3.	Geología regional .....	3
1.2.4.	Geología Local .....	10
1.2.5.	Geología estructural.....	11
1.2.6.	Geología Económica .....	14
1.3.	Formulación del Problema.....	18
1.3.1.	Problema General .....	18
1.3.2.	Problemas Específicos.....	18
1.4.	Formulación de Objetivos.....	19
1.4.1.	Objetivo General.....	19

1.4.2.	Objetivos Específicos .....	19
1.5.	Justificación de la investigación .....	19
1.6.	Limitaciones de la Investigación.....	20

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEORICO**

2.1.	Antecedentes de Estudio.....	21
2.1.1.	Antecedentes nacionales.....	21
2.1.2.	Antecedentes internacionales .....	24
2.2.	Bases teóricas - científicas.....	26
2.2.1.	Enfoque de la evaluación.....	26
2.2.2.	Método de Ampliación de Minas .....	27
2.2.3.	Evaluación de las condiciones de estabilidad de las excavaciones: .....	29
2.2.4.	Evaluación de los métodos de minado .....	29
2.2.5.	Dimensionamiento y estrategias de minado: .....	29
2.2.6.	Geomorfología.....	30
2.2.7.	Geomecánica .....	32
2.2.8.	Investigaciones básicas.....	33
2.2.9.	Condiciones de estabilidad .....	35
2.3.	Definición de términos básicos .....	36
2.4.	Formulación de Hipótesis.....	38
2.4.1.	Hipótesis General .....	38
2.4.2.	Hipótesis Específicos.....	38
2.5.	Identificación de las Variables.....	38
2.5.1.	Variable Independiente:.....	38
2.5.2.	Variable Dependiente: .....	38

2.6.	Definición Operacional de Variables e Indicadores .....	39
------	---	----

### **CAPITULO III**

#### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

3.1.	Tipo de Investigación .....	40
3.2.	Nivel de investigación .....	40
3.3.	Métodos de la Investigación.....	40
3.4.	Diseño de la Investigación.....	40
3.5.	Población y Muestra .....	41
3.5.1.	Población .....	41
3.5.2.	Muestra .....	41
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	41
3.6.1.	Técnicas .....	41
3.6.2.	Instrumentos .....	42
3.7.	Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos. ....	42
3.8.	Tratamiento Estadístico .....	43
3.9.	Orientación ética filosófica y epistémica .....	43

### **CAPITULO IV**

#### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1.	Descripción del Trabajo de Campo. ....	44
4.1.1.	Métodos de Minado .....	44
4.1.2.	Ciclo de minado.....	45
4.1.3.	Carguío y Acarreo .....	48
4.1.4.	Transporte.....	49
4.2.	Presentación, análisis e interpretación de resultados .....	49
4.2.1.	Plan de Desarrollo Minero .....	49

4.3.	Prueba de Hipótesis .....	51
4.4.	Discusión de Resultados.....	51
4.4.1.	Estrategias de Desarrollo de Mina.....	51
4.4.2.	Estrategias de Preparación de Mina .....	52

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Sistemas Principales de Discontinuidades.....	33
<b>Tabla 2</b> Clasificación del Macizo Rocoso .....	34
<b>Tabla 3</b> Parámetros de Resistencia del Macizo Rocoso .....	35
<b>Tabla 4</b> Aberturas Máximas por Tipo de Roca.....	36
<b>Tabla 5</b> Operacionalización de Variables .....	39
<b>Tabla 6</b> Perforacion Chimenea Slot Taladros.....	46
<b>Tabla 7</b> Parámetros de Voladura Chimenea Slot.....	47
<b>Tabla 8</b> Parámetros y Rendimiento de Voladura.....	48
<b>Tabla 9</b> Rendimiento de Scooptrans .....	49
<b>Tabla 10</b> Programa de Infraestructura Mina PLP - Base.....	53
<b>Tabla 11</b> Programa de Infraestructura Mina por Tipo de Labor PLP - Base.....	54

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1</b> Ubicación Mina Carahuacra .....	2
<b>Ilustración 2</b> Vista Panorámica de la Mina Carahuacra.....	3
<b>Ilustración 3</b> Columna estratigráfica generalizada de la región.....	4
<b>Ilustración 4</b> Veta Mary con potencia mayor a 1 m.....	16
<b>Ilustración 5</b> Veta María Luisa con Potencia Mayor a 0.2m .....	17
<b>Ilustración 6</b> Isométrico de la Infraestructura Veta Mary .....	50
<b>Ilustración 7</b> Isométrico de la Infraestructura Veta María Luisa .....	51
<b>Ilustración 9</b> Gráfico del Programa de Infraestructura PLP - Base .....	54

## **CAPÍTULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.1. Identificación y determinación del Problema**

El objetivo actual de las operaciones en la Mina Carahuacra es revisar, validar y dimensionar la infraestructura requerida para planificar el buen trato de los recursos minerales de conformidad con los estándares de calidad y las políticas comerciales para asegurar la sostenibilidad de la operación y la extracción de recursos a largo plazo económicamente explotables. Se lleva a cabo desde 2016 y tiene como objetivo producir 2000 t/día basándose en el recurso inferido de todas las estructuras, lo que otorga a la mina un periodo de vida útil de 7 años. Que a la fecha se vienen buscando Estrategias de desarrollo y preparación, para que cada año la secuencia se realice cumpliendo los estándares de producción y cumpliéndose con lo programado en los años de vida de la mina Para garantizar una factibilidad técnica, el método de minado debe estar en línea con todas estas condiciones naturales del yacimiento - económica óptima.

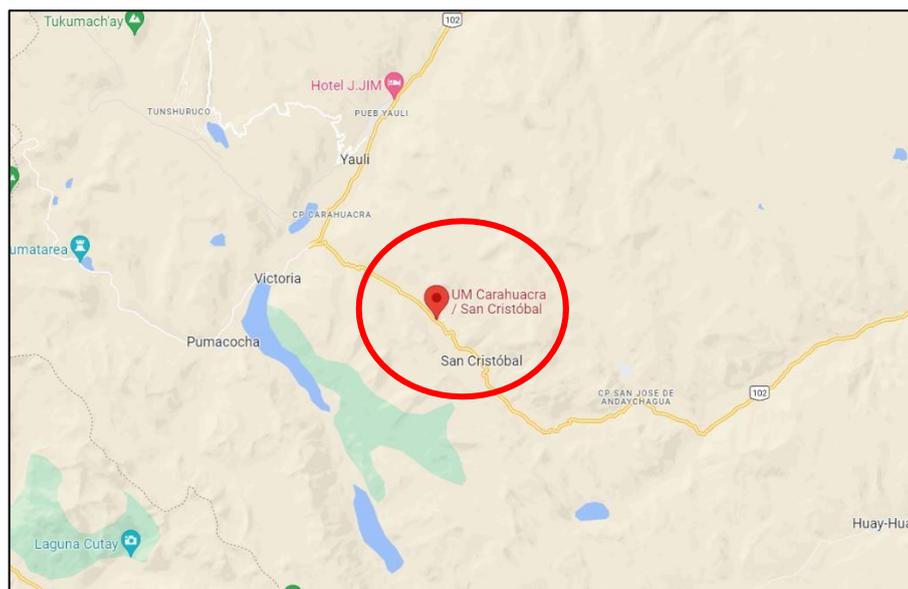
## 1.2. Delimitación de la Investigación

### 1.2.1. Ubicación

Situada en el distrito y provincia de Yauli, departamento de Junín, la mina Carahuacra situado en el extremo este de la Cordillera Occidental de los Andes centrales del Perú. Está a una distancia de 11 kilómetros en dirección recta de la ciudad de Lima. Sus ubicaciones son:

- 76° 05' de longitud Oeste
- 11 ° 43' de latitud Sur

**Ilustración 1** *Ubicación Mina Carahuacra*



### 1.2.2. Accesibilidad.

La carretera central de 155 km se puede usar para llegar fácilmente a la mina Carahuacra. Se encuentra la mina Carahuacra a 18 km y hay un desvío cerca de Pachachaca, una trocha afirmada. Además, la estación del ferrocarril central se encuentra en Yauli, que se encuentra a 5 kilómetros del área.

## **Ilustración 2** *Vista Panorámica de la Mina Carahuacra*



### **1.2.3. Geología regional**

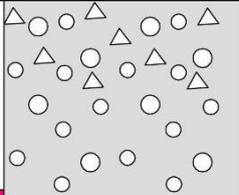
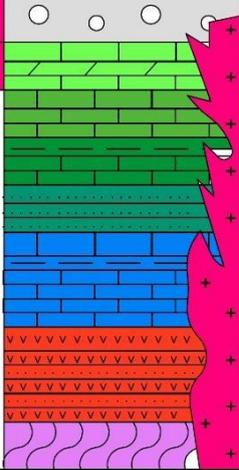
El mapeo regional de la geología en el área de Carahuacra ha sido previamente realizado y publicado por el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico: Boletín N° 36, Geología del Cuadrángulo de Matucana y Huarochirí; y Boletín N° 69, Geología de los Cuadrángulos de Tarma, La Oroya y Yauyos.

La mina Carahuacra se encuentra en la parte occidental del "Anticlinal de Yauli", una gran estructura regional. El Paleozoico tiene dos niveles: el Excelsior y el Mitú forman el nivel inferior. El Excelsior aflora en la mayor parte del domo; se encuentra en el anticlinal de Chumpe en la parte oeste del domo de Yauli y en el anticlinal de Ultimátum en la parte este del domo. Las formaciones mesozoicas como el Grupo Pucará, el Grupo Goyllarisquizga, el Grupo Machay y las Formaciones Pariatambo y Jumasha forman el borde. (ver Figura 3.2). Cuerpos intrusivos y capas extrusivas testifican la actividad ígnea en la zona.

## Estratigrafía

En la Mina Carahuacra, la secuencia litológica se extiende desde el Paleozoico hasta el Cretácico Superior.

*Ilustración 3 Columna estratigráfica generalizada de la región.*

ERA	SISTEMA	UNIDADES ESTRATIGRÁFICA	ROCAS INTRUSIVAS	SIMBOLOGÍA
Cenozoico	Cuaternario	Dep. aluviales		
		Dep. Glaciares		
		Dep. fluvioglaciares		
		Dep coluviales		
	Terciario		Mz/granod.	
Mesozoico	Cretáceo	Fm Jumasha	Diorita	
		Fm Pariatambo		
		Fm Chúlec		
		Grupo Goyllarisquizga		
	Triásico-Jurásico	Grupo Pucará		
Paleozoico	Pérmico-Triásico	Grupo Mitú		
	Devoniano	Grupo Excélsior		

### Grupo Excelsior (Silúrico-Devónico)

En los núcleos anticlinales, las rocas más antiguas del grupo Excélsior, como lutitas pizarrosas, filitas negruzcas y areniscas esquistosas finamente estratificadas, muestran un metamorfismo regional con múltiples lentes de cuarzo. Al SE de San Cristóbal, se pueden ver filitas que se alternan con horizontes de mármol, así como bancos calcáreos que están marmolizados con fósiles (crinoideos). Aunque no se sabe con certeza cuánta energía contiene este grupo, JV Harrison (1943) encontró una potencia de 1800 metros para una secuencia equivalente cerca de Tarma. Las rocas tienen anticlinales de

orientación. NW-SE y se encuentran en una franja de afloramientos que abarca el área de Yauli y Carahuacra-San Cristóbal. El conjunto de rocas está fuertemente plegado, lo que produce una esquistosidad subparalela a los planos axiales de los pliegues.

### **Grupo Mitu (Pérmico)**

En los alrededores de Morococha y en el domo de Yauli - San Cristóbal, se puede observar esta unidad geológica que se encuentra discordantemente sobre las rocas del grupo Excelsior. Se compone de un miembro inferior de rocas volcánicas llamadas "roca volcánica Catalina" y un miembro superior de rocas clásticas rojizas de facies continentales. El miembro superior contiene derrames lávicos de dacita y andesita de color gris a verde que se oscurecen por intemperismo, mientras que el miembro superior contiene areniscas, conglomerados y grietas volcánicas. En la parte superior de este miembro se pueden ver aglomerados volcánicos y sedimentos volcánicos con conglomerados y areniscas hacia el noreste.

La mineralización de este grupo es considerablemente conocida en todo el Domo de Yauli, principalmente en la forma de filones y dispersos.

La fuerza total del grupo Mitu varía debido a su carácter irregular. Por ejemplo, los Volcánicos Catalina tienen una capacidad de alrededor de 800 metros al oeste de la mina San Cristóbal. Se pensó que el grupo Mitu era del Carbonífero Superior (Mc Laughlin 1940) y luego se le asignó al Pérmico.

### **Grupo Pucará (Triásico Superior - Liásico)**

El Grupo Pucará presenta una discrepancia con respecto al miembro clástico del Grupo Mitu o a los volcánicos Catalina. Esta unidad se encuentra en el área noreste del cuadrángulo de Matucana y se extiende por todo el cuadrángulo

de La Oroya. El Grupo Pucará se compone de diferentes tipos de calizas grises claras y blanquecinas con capas delgadas y medianas. Areniscas calcáreas, lutitas gris violáceas y rojizas, además de calizas dolomíticas, a menudo alternan con unidades de margas interestratificadas. Este grupo se subordina de manera consistente a la serie oscura del Grupo Goyllarisquizga. Este grupo ha sido identificado como perteneciente al Triásico Superior-Liásico.

El Grupo Pucará se divide en tres grupos: Chambará, Aramachay y Condorsinga, lo que le da una gran discrepancia con el Grupo Mitu.

- Formación Chambará (Triásico Superior), En su base se ubican una serie terrígena, continuada por otra serie de calcárea formada por calizas, calizas dolomíticas y dolomitas, apartadas por capas de calcárea arcillosa y tufos de unos pocos centímetros. Las rocas calcáreas parecen estar relacionadas con materia orgánica y son de color gris claro a negro.
- Formación Aramachay (Liásico: Hetangiano - Sinemuriano) Las capas continuas de areniscas de grano fino, calizas y chert forman las pizarras limosas. Las calizas se encuentran en bancos de 20 a 50 centímetros de diámetro, a menudo con forma lenticular, o en nódulos discoidales de hasta un metro de diámetro.
- Formación Condorsinga (Liásico Toarciense) La formación es principalmente calcárea, con la mayoría de las calizas oolíticas o bioclásticas con abundante chert en la mitad inferior. Las intercalaciones tufáceas de color gris claro, de grano fino a medio, también son comunes. Las calizas son de grano fino y tienen zonas fuertemente brechadas. Su color varía de gris claro a gris oscuro.

### **Grupo Goyllarisquizga (Cretácico Inferior)**

Cerca de la divisoria continental, Situado en los flancos de los pliegues del lado oeste del anticlinal de Chumpe, se encuentra el Grupo Goyllarisquizga. Se compone de areniscas cuarcíticas blanquecinas en la base con intercalaciones de lutitas y limonitas rojizas en la parte superior, así como de areniscas calcáreas y lutitas grises. Se calcula que su grosor es de 250 metros. Hay una armonía entre ellos alrededor del Grupo Pucará y bajo las piedras de la Formación Chúlec.

El grupo de Goyllarisquizga se dividió en 02 fases diferentes. La primera se depositó en un ámbito climático semiárido y presentó una fuerte oxidación de las pelitas. Se componía de depósitos de granulometría fina a muy fina de facies llanura aluvial con pelitas rojas y pocas intercalaciones de areniscas de facies de desbordamiento. En la segunda etapa se produce un cambio significativo en comparación con la primera, ya que se depositan areniscas medianas hasta muy gruesas y niveles conglomerados con troncos de árboles que se han silicificado, en un ambiente húmedo y con una gran actividad ígnea demostrada por sills de basalto. Se cree que el grupo Goyllarisquizga pertenece al Cretácico Inferior-Valanginiano-Aptiano.

### **Formaciones Chúlec, Pariatambo y Jumasha**

Las tobas piroclásticas, dacíticas se encuentran en la región sureste. andesíticas de color beige que forman relieves suaves. La roca está moderadamente argilizada y hay crestones de silicificación en algunos afloramientos en las partes altas. De vez en cuando se puede ver pirita esparcida que se transforma en Jarosita a través del proceso de oxidación. Las características litológicas, faunísticas y de posición estratigráfica de estas formaciones son similares a las de la región occidental de la cuenca del Cretáceo. El norte de

Morococha, el suroeste del anticlinal de Morococha y el oeste del anticlinal de Chumpe tienen secuencias calcáreas cretáceas, con afloramientos que se extienden hasta la Divisoria Continental de Ticlio y el noroeste de esta región. Además, estas formaciones no han sido separadas de las estructuras de los nevados de Huallacancha y Colquepucro.

Se puede encontrar caliza gris a marrón claro en capas medianas al suroeste de la laguna Huayllaycocha, con algunas intercalaciones de caliza margosa y lutita gris parda (Formación Chúlec).

- Formación Chúlec, Fue elevada al nivel de formación por Benavides (1956) después de ser descrita por Mc Laughlin (1924) como el miembro inferior del Grupo Machay. La litología de la formación es una alternancia de calizas y margas de facies de la plataforma externa, y es completamente carbonatada. Se cree que fue la primera formación cretácica de los Andes Centrales y tiene una gran cantidad de fósiles. La serie está completamente bioturbada. Se extiende desde 250 metros al suroeste de Morococha hasta 350 metros en Carahuacra en términos de potencia. Se cree que el primer horizonte calcáreo arriba de las areniscas cuarzosas del Grupo Goyllarisquizga se originó en la base de la Formación Chúlec, que se remonta al Albiano medio.
- Formación Pariatambo, definido como el líder superior del Grupo Machay por Mc Laughlin (1924) Debido a su tono negro distintivo, su falta de resistencia a la erosión y su litología monótona, esta formación es fácilmente identificable en el paisaje. Se compone de bancos margo-caliza que alternan con bancos pequeños claros y oscuros, que generalmente son muy bituminosos y tienen un olor fétido. Los niveles claros tienen "paquetes de piedras" calcáreo-dolomíticos que a veces son ligeramente limosos. Los

bancos oscuros son margas muy bituminosas de calcáreo y dolomita. Esta formación está depositada en una plataforma bastante profunda y aislada y contiene numerosos amonites y restos de peces poco fragmentados. La presencia de sílex, que ocasionalmente se encuentra en cantidades significativas, puede formar bancos decimétricos con dolomitas intercalados en el punto más alto. Es posible encontrar pequeñas variaciones en el espesor, que oscilan entre 50 y 75 metros. En Morococha hay ubicaciones extremas de 15 metros y en San Cristóbal de 130 metros. En la parte media de la formación de San Cristóbal, se pueden observar numerosos metros de areniscas finas intercaladas.

- Formación Jumasha, La formación Jumasha está en línea con la formación Pariatambo. Es la formación cretácica más homogénea encontrada en el Domo de Yauli desde un punto de vista litológico. Casi todo está formado por una colección de dolomita carbonatada masiva y poco fosilífera, con pocas capas de areniscas y sílex, y se encuentra depositado en una plataforma ligeramente confinada y de poca profundidad. Los amonites descubiertos son del grupo Albiano Superior-Turoniano.

### **Rocas intrusivas**

Las rocas invasoras que se encuentran en la zona, se encuentran en lugares ubicados en diferentes épocas. La mayoría de ellos se encuentran en el área suroeste del cuadrángulo de Huarochirí y forman parte de un conjunto de intrusiones del Batolito Costanero en el área norte del segmento Arequipa.

En la parte media del Flanco Occidental Andino, se encuentran otros cuerpos marginales que se encuentran al este del batolito y se distribuyen en una faja. Los grupos de intrusiones menores de facies hipabisales se encuentran

aislados en la región alta de la Cordillera Occidental.

Se pueden hallar pequeñas reservas de monzonita cuarcífera, dique de andesita y diabasa en el Anticlinal de Yauli. La apófisis norte del Intrusivo Carahuacra está cortada por un dique de diabasa en Carahuacra. Este dique permanece intacto en el Túnel Victoria.

Al este de la mina se encuentran intrusivos de Carahuacra que indican formaciones premesozoicas. Su forma es alargada en dirección N-S y tiene una longitud de 1,100 metros por 850 metros de ancho, con una apófisis en su lado norte de 550 metros. Se compone principalmente de feldespatos, con una proporción menor de cuarzo y biotita en una matriz afanítica conocida como cuarzo monzonita. Tiene una textura porfirítica.

#### **1.2.4. Geología Local**

Las formaciones rocosas más importantes que se encuentran en el área de estudio son las que han originado y están relacionadas con la mineralización.

- Grupo Excélsior, Se compone principalmente de filitas con bajo grado de fracturamiento en superficie y se encuentra en la región central y oeste del estudio. Las venillas de cuarzo, pirita y material arcilloso compacto tienen poca oxidación, pero algunos tramos tienen alto grado de fracturamiento.
- Metavolcánicos, Esta unidad es un paso intermedio entre el Grupo Mitu y el Grupo Excelsior. Tiene una textura brechosa, fracturas débiles a moderadas, una presencia intensa de venillas de calcita y una mineralización ligera de sulfuros. Se compone de secuencias volcánicas que han sufrido metamorfismo de bajo grado.
- Grupo Mitu, Los volcanes del Andes forman parte del grupo Mitu.

Las venillas y cavidades mineralizadas con sulfuros y óxidos se pueden

encontrar en áreas con fracturamiento moderado. La andesita puede mostrar zonas con textura brechada en áreas con fracturamiento bajo. También se pueden encontrar muchas venillas mineralizadas con sulfuros, venillas de calcita y niveles arcillosos con pocos óxidos.

- Grupo Pucará, Las fracturas en las calizas del grupo Pucará oscilan entre moderado y alto. En las áreas con fracturamiento moderado, se pueden observar venillas de calcita y poca oxidación, mientras que en las áreas con fracturamiento alto, se puede observar una alteración hidrotermal (argilización). Las unidades de lutitas gris violácea y rojiza, así como las margas y areniscas calcáreas, alternan con las venillas de calcita.
- Grupo Goyllarisquizga, contiene areniscas calcáreas y lutitas grises en la parte superior, y areniscas cuarcíticas blanquecinas con lutitas y limolitas rojizas intercaladas en la base. Las fracturas con venillas de sílice tienen sulfuros esparcidos y el grado de fracturamiento es en su mayoría moderado.
- Rocas Intrusivas, Microdioritas de color verde parduzco y tonalitas con textura fanerítica, poco a moderadamente fracturadas, con venas de sílice y calcita.

### **1.2.5. Geología estructural**

El sistema NE es el sistema de fracturamiento más común porque es el más visible por su densidad y se desarrolla en todo el domo. El sistema de fracturamiento incluye las principales vetas del distrito minero Carahuacra

San Cristóbal - Andaychagua, con azimuts que oscilan entre N45 y 75°E, con un promedio de N60°E.

Las vetas y cuerpos de los sistemas Carahuacra, San Cristóbal y Andaychagua representan la mineralización hidrotermal principal del Domo de

Yauli. Las rocas estudiadas en la región se ubican principalmente en el subsuelo Excelsior, o bien en las piedras calizas del Pucará, formando estructuras y capas. Las secuencias sedimentarias del Mitu contienen otras vetas que son angostas (0.2 a 0.8 m) con pocos metros de alcance horizontal y mineralización de metales base.

- Plegamiento

La Mina Carahuacra, se encuentra en el flanco occidental de la estructura regional dominante del Domo de Yauli, el cual contiene una variedad de anticlinales y sinclinales, con los anticlinales de Chumpe y Yauli (Ultimátum) siendo los más importantes. Su dirección se extiende desde N 35° hasta 40° W. El anticlinal Chumpe se encuentra en el extremo oeste y tiene un buzamiento de 55°SW en su flanco occidental y 30°NE en su flanco oriental. En el centro del anticlinal se encuentran rocas del grupo Excelsior, mientras que en el flanco occidental se encuentran areniscas Goyllarisquizga y calizas Pucará. En el extremo oriental del flanco se ubican las rocas del grupo Mitu, las cuales se extienden por varios kilómetros y están cubiertas por las rocas del grupo Pucará.

Se han detectado dos etapas tectónicas principales en la zona: la Tectónica Tardihercinica, que ocurrió durante el período Pérmico Inferior y resultó en un plegamiento intenso de las filitas Excelsior; el segundo, denominado Tectónica Andina, se desarrolló a fines del Cretácico y prosiguió durante el principio y mediados del Terciario. En la Cordillera de los Andes se pueden distinguir tres etapas de plegamiento: la "Peruana" ocurrió a fines del Cretácico y antes de la deposición de las capas rojas; la "Incaica" ocurrió a principios del Terciario y a principios del Terciario. Antes de la aparición de las capas rojas, el momento más intenso fue el que precedió a una época de

gran actividad; Después, a mediados del Terciario, llegó el "Quechua".

- Fracturamiento

Parece que las fuerzas compresivas e intrusivas que dieron lugar a la formación del Domo de Yauli fueron la causa del fracturamiento en el área de la Mina Carahuacra. A medida que las fuerzas de compresión aumentaban de intensidad durante el plegamiento

"Incaico", posiblemente a finales del Cretácico, el plegamiento "peruano", formado por fuerzas de compresión de dirección NE- SW, comenzó a formar el anticlinal Chumpe. Los sedimentos inferiores de caliza cayeron sobre los volcánicos subyacentes, lo que provocó la formación de numerosas fallas inversas acompañadas de pliegues de arrastre (los sobreescurrecimientos y fallas inversas encontrados en las calizas del grupo Pucará al oeste de San Cristóbal pueden ser parte de este sistema, Szekely 1967). Los diques de alaskita en el núcleo del anticlinal Chumpe rellenaron las fracturas longitudinales paralelas al eje del anticlinal Chumpe como resultado de fuerzas tensionales que detuvieron temporalmente las compresivas.

Las fuerzas de compresión continuaron actuando, lo que resultó en la formación de grietas en la cizalla de rumbo E-W, la veta principal San Cristóbal, la veta Virginia y la veta Prosperidad al pasar por las filitas. El anticlinal Chumpe se vio afectado por fuerzas de compresión y la entrada de stocks de monzonita cuarcífera durante el Plegamiento "Quechua". Esto resultó en un levantamiento y arqueamiento del anticlinal, lo que provocó fracturas de tensión en Virginia, Ferramina, San Cristóbal, Catalina y Polonia, en las áreas afectadas por los volcanes.

Los mapeos geotécnicos realizados en la mina Carahuacra muestran

características del arreglo estructural de la masa de roca como sigue:

- Estratificaciones: Las calizas del grupo Pucará se encuentran en este tipo de estructuras debido a que fueron sometidas a fuerzas compresivas, lo que provocó plegamientos (anticlinales) con estratos extremadamente alterados, con humedad y goteo de agua. La región de las calizas tiene esta condición. La mineralización en forma de cuerpos manteados se puede observar paralelamente a los estratos, los cuales experimentan una alteración menor en comparación con las calizas.
- Fallas: En la veta Mary, tanto la caja de techo como la caja de piso tienen fallas paralelas, con la zona de mayor potencia en el lado oeste de la veta Mary y algunas fallas casi transversales a las encajonantes. Las fallas también se forman en la zona de cuerpo (zona de calizas); en las zonas de contacto volcánico-caliza, asimismo se forman fallas paralelas a los estratos de caliza y, finalmente, se forman fallas transversales a los estratos de caliza.
- Discontinuidades: En cada tipo de veta y cuerpo mineralizado, las discontinuidades tienen diferentes orientaciones y comportamiento.

#### **1.2.6. Geología Económica**

La complejidad geológica de la región ha creado una amplia gama de depósitos minerales. El período de mineralización comenzó después de completar la última fase del plegamiento "Quechua" y la creación de fracturas de tensión. En este período, se formaron vetas, mantos y cuerpos debido a soluciones mineralizantes residuales que probablemente provenían de las reservas de monzonita cuarcífera; Sin embargo, el origen de los cuerpos y mantos, que fueron

rellenados y/o reemplazados indistintamente por soluciones hidrotermales a través de canales alimentadores, debe aclararse.

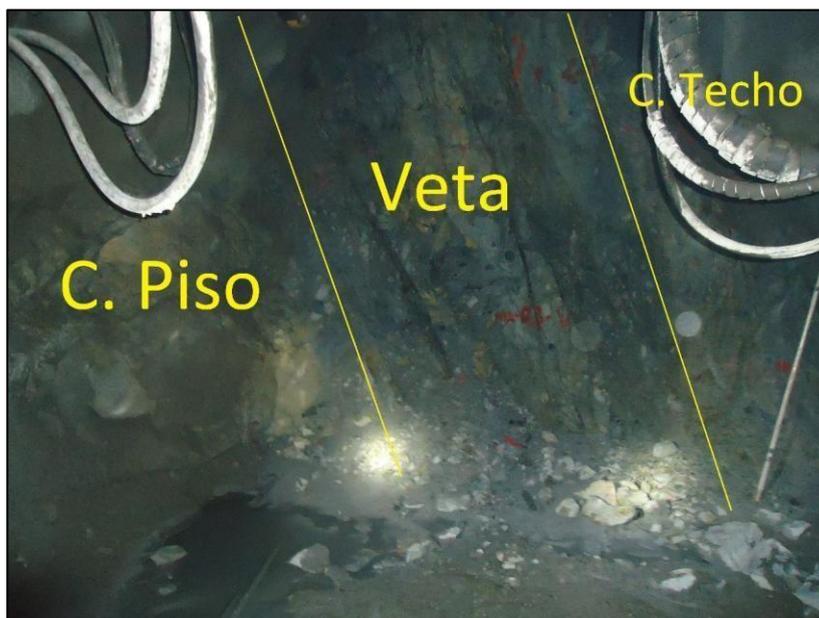
Las fallas de cizalla, que contenían mucho panizo, no fueron bien mineralizadas o pobremente mineralizadas; las vetas o filones se formaron principalmente a través del relleno de fracturas. Se pueden encontrar en todo el distrito minero, pero su mayor desarrollo ocurre en los volcanes del grupo Mitu. En el flanco oeste del anticlinal se encuentran las calizas Pucará, donde se encuentran en contacto con los volcánicos Mitu, lo que les permite estar en línea con la estratificación. En las calizas Pucará en el flanco oeste del anticlinal, se encuentran cuerpos similares a los mantos que se forman por la unión de varios mantos o por la intersección de una veta con algún manto. Los hallazgos de laboratorio de isótopos de Pb, según una investigación realizada en 1999 por el Dr. Robert Moritz de la Universidad de Ginebra, indican que, junto con el zinc, el plomo en los cuerpos y las vetas es coetáneo. Esto demuestra que la mineralización de polímeros es altamente epigenética.

La mineralización en Mina Carahuacra se presenta en 02 formas: a) sistemas de vetas y b) abrigos y corpiños. En el primer ejemplo, se pueden encontrar vetas como Mary, Ramal Mary, Yanina, Maria Luisa (ML), Ruth, Carmen, Lourdes y Penélope. Las Vetas ML y Mary son las más importantes porque están en explotación. En el segundo ejemplo, se puede ver el Cuerpo Huaripampa, un conjunto de abrigos.

La Veta Mary es un relleno de fractura que atraviesa el macizo volcánico dacítico de NE a SW. Con una potencia promedio de 2,5 metros, una longitud de aproximadamente 600 metros y una altura de aproximadamente 500 metros, tiene un rumbo de N35°-50°E y un buzamiento de 60°-70°SE, aunque ocasionalmente

llega a 470. Existe una mineralización de esfalerita, galena, tetraedrita, pirita, cuarzo, carbonatos y baritina que forman bandas y muestran alteraciones volcánicas como silicificación, seritización y cloritización.

**Ilustración 4** *Veta Mary con potencia mayor a 1 m*

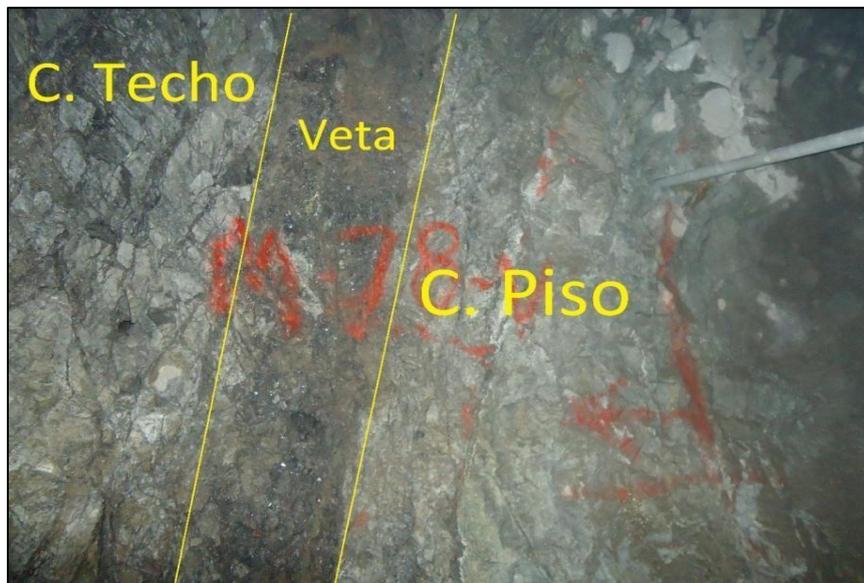


El método tradicional de minado corte y relleno ascendente con relleno de relaves se ha utilizado para explotar la Veta Mary desde la superficie hasta el Nivel 970. El método de banqueo y relleno con taladros largos se utiliza del Nivel 970 al 1020. Actualmente, se está progresando en la preparación de los subniveles del Nivel 1070. Entre los subniveles 702 W y 703 W se está explotando el último puente en el Nivel 1020.

La Veta ML (Mary Luisa) es un relleno de fractura que se encuentra transversalmente a la estratificación. Se encuentra al sur de la Veta Mary y atraviesa la estratificación. Casi paralela a ella. La filita del macizo volcánico se extiende de NE a SW y de E a W.. En el lado este, tiene rumbo S50°-55°E y en el

lado oeste, 35°-50°E, con un buzamiento de 75°- 80°SE, aunque en algunos casos llega a 60°. Con una longitud de aproximadamente 600 metros y una altura de 300 metros, las potencias oscilan entre 0.5 y 2.0 metros, aunque en ocasiones pueden llegar a 5 metros entre cada caja. La mineralización incluye minerales como la esfalerita, la galena, la tetraedrita, la pirita, el cuarzo, la marcasita, la baritina y la siderita que pueden experimentar alteraciones hidrotermales como la silicificación, la sericitización y la cloritización.

*Ilustración 5 Veta María Luisa con Potencia Mayor a 0.2m*



Esta veta ha sido explotada desde el Nivel 970 hacia el Nivel 920 por el método de minado banqueo y relleno con taladros largos. Actualmente se encuentran en preparación los Subniveles 801E y 802E del Nivel 920. También se están haciendo trabajos de preparación en el Nivel 1020. La rampa de acceso RP 387 (-) está avanzando en la profundización hacia el Nivel 1070.

Hacia el lado NE, cruzando la zona de brechas y llegando a la zona de las filitas las vetas Mary y ML (María Luisa) tienden a unirse, pero se desvían y toman

direcciones paralelas de rumbo aproximado E-W.

Los mantos conocidos como Cuerpo Huaripampa están compuestos por una serie de capas mineralizadas separadas entre sí por estratos de caliza, con potencias que van desde 3,5 hasta 12 metros y longitudes que oscilan entre 170 y 200 metros y alturas superiores a 600 metros. Se unen en algunas etapas para formar un cuerpo de potencia de aproximadamente 50 metros. Este cuerpo ha sido explotado hasta el Nivel 1020 desde la superficie. Entre los niveles 970 y 1020 existe un puente de 20 metros en recuperación de los cuales ya se han explotado unos 15 metros mediante el método de minado galerías y relleno o denominado también corte y relleno ascendente por paneles, y solo queda un puente de 5 metros de altura para unos dos cortes de minado. Debajo del Nivel 1020 existen reservas probadas que actualmente se están revaluando para planear su minado.

En la actualidad la mina produce 1,300 toneladas por día, para esta producción la Veta Mary aporta de 60% a 70% y la Veta ML (María Luisa) 30%, lo faltante se completa con otras vetas pequeñas o de lo que sale de las preparaciones del Cuerpo Huaripampa.

### **1.3. Formulación del Problema**

#### **1.3.1. Problema General**

¿Es posible realizar estrategias de Desarrollo y Preparación para el Plan de Producción de la Mina Carahuacra de la Compañía Minera Volcan S.A.A.?

#### **1.3.2. Problemas Específicos**

- a) ¿Cómo ejecutar el plan de minado cumpliendo con la producción establecida en la Mina Carahuacra de la Compañía Minera Volcan S.A.A.?

- b) ¿Cómo obtener las estrategias para que el plan de producción tenga la factibilidad técnica y económica óptima de la Mina Carahuacra en la Compañía Minera Volcan S.A.A.?

#### **1.4. Formulación de Objetivos**

##### **1.4.1. Objetivo General**

Realizar estrategias de desarrollo y preparación para el Plan de Producción de la Mina Carahuacra de la Compañía Minera Volcan S.A.A.

##### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- a) Aplicar la caracterización geomecánica para el control de la estabilidad de las labores subterráneas de la Mina Carahuacra de la Compañía Minera Volcan S.A.A.
- b) Obtener los Parámetros Geotécnicos, para realizar un adecuado sostenimiento de las labores subterráneas de la Mina Carahuacra en la Compañía Minera Volcan S.A.A.

#### **1.5. Justificación de la investigación**

La mina Carahuacra está dentro del Domo de Yauli, una estructura domal tectónica de 30 km de longitud y 15 km de ancho con orientación NNW-SSE. La formación del Grupo Pucará y el Grupo Goyllarisquizga se ven afectadas en el área del proyecto por pliegues grandes y alargados que están muy apretados, fallas inversas y largos sobreescurrecimientos causados por esfuerzos compresivos. Las principales vetas del distrito minero Carahuacra - San Cristóbal - Andaychagua pertenecen al sistema NE, que es el sistema de fracturamiento predominante.

En Mina Carahuacra se dan dos tipos de mineralización: Sistemas de vetas y mantos y cuerpos.

Con toda esta investigación realizada se requiere efectuar estrategia de

desarrollo y preparación por cada año de explotación y producción de acuerdo al Planeamiento a largo plazo de la Mina Carahuacra.

#### **1.6. Limitaciones de la Investigación**

En todo proceso se tiene limitaciones como puede ser la falta de información, los costos, el tiempo, las cuales se van eliminando gestionando durante el periodo de efectuada la investigación, solicitando apoyo de la empresa y del personal involucrado de alguna manera con la investigación. Vale referir el incondicional apoyo del personal y el valioso aporte de la empresa en todo lo requerido para llevar a buen fin el presente proyecto de investigación.

## CAPITULO II

### MARCO TEORICO

#### 2.1. Antecedentes de Estudio

##### 2.1.1. Antecedentes nacionales.

- **Ticllasuca, E. (2019)**; de la Universidad Continental presentó la tesis *“Planeamiento de minado a corto plazo para optimizar la producción en la Unidad Minera Pallancata de Hochschild Mining S.A.”* El propósito de la investigación es desarrollar un plan de minado a corto plazo con el fin de maximizar la producción en la Unidad Minera Pallancata de Hochschild Mining S.A. La investigación se ha llevado a cabo utilizando el método analítico y tiene un alcance descriptivo-explicativo. El diseño de la investigación fue preexperimental para observar los resultados de la implementación del plan de minado durante 12 meses en 2018. La técnica de recolección de datos consistió en revisar el archivo de la Unidad Minera y recopilar los datos pertinentes. Finalmente, se llegó a la conclusión de que el planeamiento incluyó una evaluación de los recursos minerales y

reservas para la explotación, un plan de laboreo, un programa de avances, la producción de desmonte, el ciclo de minado, un plan de consumo de insumos (materiales y equipos), así como una proyección de personal y proveedores. La producción real aumentó un 3% de lo previsto a 767,562.77 toneladas, mientras que los costos reales fueron ligeramente inferiores a lo previsto de 95.91 dólares por tonelada. El margen operativo bruto aumentó en 408,130 dólares como resultado del aumento en la producción de oro y plata finos, que generaron mayores ingresos por ventas de plata equivalente. Según la evaluación económica del plan de producción proyectado y real realizada en 2018, se ha registrado una significativa mejora en la cantidad de toneladas extraídas, lo que ha llevado a una disminución de costos y un aumento de los ingresos. Por lo tanto, se realizó una evaluación del flujo de caja proyectado y real con una tasa de descuento del 12%. Esto resultó en un aumento en el Valor Presente Neto (NPV) de \$ 630,207 y en la Tasa Interna de Retorno del 19%. Esto aumentó la rentabilidad operativa de la Unidad Minera Pallancata.

- **Quispe, A. (2020);** de la Universidad Nacional de Ingeniería, desarrolla la tesis “Plan de minado subterráneo aplicado en la Corporación Minera Ananea S.A.” La tesis de investigación de campo presentada en este documento muestra cómo la minería aurífera subterránea ha mejorado la producción y la eficiencia en las operaciones de la Corporación minera Ananea S.A. en la concesión minera Ana María N° 1, utilizando cámaras y pilares en los mantos

auríferos. La Rinconada se encuentra a una altitud de 5,000 metros sobre el nivel del mar, en el sector conocido como Comunidad 21, Santa Ana y Balcón III, entre el nevado Ananea y el cerro San Francisco. Los filones tienen una característica delgada con un promedio de 4 cm, aunque algunos se adelgazan a 0.2, 0.5 y 0.7 cm. Son mantos de cuarzo ahumado, cuarzo gris oscuro y cuarzo muy cristalizado azuláceo. Tiene una ley promedio de 25 gramos/TM de una mezcla de abundantes sulfuros y óxidos de Cu, óxidos de Ag, galena y blenda, así como una abundante pirita, calcopirita y pirrotita. El método de explotación es el de "cámaras y pilares con circado", que radica en llevar el manto o filón aurífero en la caja de techo para desbrozar la pizarra encajonante de la caja de piso, que tiene una altitud promedio de 1.50 ms, desistiendo al manto descubierto con una pequeña caja de pizarra llamada "Circo Mineral", que luego se dispara. Las operaciones unitarias, como la perforación, la voladura, el mantenimiento, la limpieza, el carguío y el transporte del desmonte y la extracción de minerales, se incluyen en el ciclo de minado de las operaciones de explotación. Gracias a la mejora de sus operaciones mineras subterráneas, la empresa aumentó en un 57% la cantidad de frentes de trabajo, lo que resultó en un mayor avance, exploración y producción. Sin embargo, este incremento naturalmente implica un evidente y consecuente aumento de los costos operativos. Para el proceso de recuperación, la planta concentradora puede procesar 18 toneladas de mineral por día. Los informes de la planta concentradora indican un aumento del cien por ciento en la capacidad de molienda

de minerales. Esto se debe a que aumenta a un treinta por ciento. El objetivo principal del plan es mejorar las operaciones, mediante el aumento de los frentes de extracción para producir mayor volumen de mineral mientras se observa un declive de las leyes de mineral extraídas. La tonelada de mineral tratado cuesta US\$ 15.86 en la planta concentradora.

### **2.1.2. Antecedentes internacionales**

- **Toledo, H. (2015)**, de la Universidad Nacional Autónoma de México, presenta tesis de investigación “Desarrollo del Proceso de Planeación, Ejecución y Control dentro del Área de Planeación de Minera La Ciénega de Fresnillo PLC.” La fuerte competencia y la falta de experiencia son los primeros obstáculos en la vida profesional. Pero con una buena formación académica, el apoyo de personas con experiencia en diversas especialidades, los problemas que surgen y cómo solucionarlos, Se van adquiriendo más responsabilidades, lo que permite obtener mejores puestos, enfrentar nuevos retos y adquirir más experiencia profesional en el mundo. El proceso de planificación de una mina subterránea en la Unidad Minera Mexicana La Ciénega, propiedad del grupo Fresnillo PLC y ubicada en el Municipio de Santiago Papasquiaro, Estado de Durango, es el tema del presente artículo. La exploración, extracción y beneficio de minerales de oro y plata son los objetivos principales de esta mina. Actualmente, la planificación de minas es inestable para alcanzar una eficiencia operativa que se refleje en la disminución de costos y, por lo tanto, en la optimización de los recursos económicos, humanos y

materiales.

- **Diaz, C. (2017)**, Universidad de Chile, desarrolla la tesis “Planificación Minera a Cielo Abierto considerando diseño Óptimo de Rampas”. El diseño de una rampa. Es un paso crucial en el proceso de planificación minera en minas a cielo abierto, en el que las envolventes económicas creadas por técnicas y algoritmos de optimización se transforman en volúmenes operativos (fases) aptos para la extracción. A pesar de la existencia de herramientas que pueden ayudar con el diseño de rampas, el proceso sigue siendo extremadamente complicado y lleva mucho tiempo. Esto significa que hay pocas oportunidades de explorar diferentes configuraciones, por lo que la calidad del diseño resultante depende de la experiencia y el tiempo disponible del ingeniero. El objetivo de esta investigación es comparar los resultados técnicos y económicos del diseño operativo de fases utilizando el estado del arte actual y una metodología semiautomática que utiliza programación matemática para la optimización económica del diseño de rampa de pit. El proceso incluyó una serie de pasos. En primer lugar, se creó el pit final ideal utilizando la técnica tradicional de planificación a largo plazo. Luego se tomaron dos opciones para incorporar la geometría de las rampas: La primera, conocida como óptima, utiliza una herramienta computacional para introducir modelos matemáticos en el proceso de diseño operativo de fases. Esto modela una ubicación geométrica de rampa a nivel de bloques y maximiza el beneficio económico reportado por los límites del pit con rampa. Esta ubicación

proporcionó el punto de partida, el sentido de giro y la ubicación de la rampa en el talud minero en el diseño final. El arte del diseño contemporáneo, que se utiliza comúnmente para modelar rampas en los límites de rajo, fue utilizado en la segunda opción. Finalmente, se evaluó el impacto técnico-económico de las reservas de la rampa al incorporar el diseño geométrico de la rampa de acuerdo con las alternativas mencionadas. Para el caso de estudio, se lograron resultados muy similares al estado del arte actual al introducir el modelo matemático; se encontró un aumento del 1,59 % en los beneficios económicos y un aumento del 1,40% en las reservas disponibles para la extracción. Los hallazgos muestran que esta herramienta mejora el proceso de planificación al permitir analizar múltiples escenarios de diseño en un corto plazo, asegurando un diseño económico óptimo.

## **2.2. Bases teóricas - científicas.**

### **2.2.1. Enfoque de la evaluación**

Definir las condiciones naturales del yacimiento es esencial para evaluar un método de minado.

- La geología del yacimiento
- La morfología de la mineralización
- Las reservas y distribución de leyes
- Las condiciones geomecánicas de las rocas del yacimiento
- Las condiciones hidrogeológicas del mismo.

Los métodos de minado deben adaptarse a todas las condiciones naturales del yacimiento para que el minado sea técnicamente viable. Para garantizar una

factibilidad técnica y económica óptima, el Volcán debe complementar la factibilidad técnica con una evaluación económica del método de minado.

Este marco debe definir cada una de las condiciones naturales del yacimiento, donde los elementos geomecánicos serán cruciales desde un punto de vista técnico. Como resultado de los trabajos realizados durante la operación de la mina, Volcan proporcionó información fundamental sobre la geología, morfología de la mineralización, reservas y distribución de leyes y condiciones hidrogeológicas del yacimiento. Esta información fundamental fue utilizada para llevar a cabo la evaluación.

Sin embargo, para la evaluación geomecánica del yacimiento, en una primera etapa, se enfocaron los esfuerzos en la realización de investigaciones básicas para obtener la información necesaria para estimar los parámetros geomecánicos fundamentales y evaluar los principales factores de control de la estabilidad.

En una segunda etapa, se integró información de investigaciones fundamentales para evaluar las condiciones de estabilidad de las excavaciones relacionadas con el minado.

Se evaluaron los métodos de minado y se dimensionaron los diversos componentes estructurales relacionados con el minado, de acuerdo con los resultados de las dos etapas anteriores. Finalmente, se crearon estrategias para minar.

### **2.2.2. Método de Ampliación de Minas**

#### **El Ministerio de Energía y Minas**

Los aspectos técnicos materia de la presente evaluación fueron los siguientes:

#### Investigaciones básicas:

- Se utilizaron los datos proporcionados por el Volcán para determinar las condiciones naturales del yacimiento.
- Se revisó y analizó la información disponible, así como el mapeo geomecánico de la masa rocosa de las labores subterráneas de Mina Carahuacra, para determinar la masa rocosa del yacimiento. La ISRM (International Society for Rock Mechanics) ha recomendado las normas que se han implementado para lograrlo.
- Se utilizaron métodos alternativos para evaluar las características físico-mecánicas de la roca intacta, incluidas las discontinuidades y la masa rocosa, siguiendo las normas del ISRM.
- Hubo varias opciones para determinar las propiedades físico mecánicas de la roca, como realizar pruebas con un martillo de geólogo, un martillo de impacto con un martillo Schmidt, realizar pruebas en laboratorio y usar el criterio de Hoek & Brown (1990, 2006) para evaluar los parámetros de firmeza de la roca intacta y la masa de la roca.
- Se emplearon criterios de clasificación geomecánica como los de Bieniawski (1989), Barton (1974) y Hoek & Marinos (2000) para determinar la calidad de la masa rocosa involucrada en el área de evaluación.
- Para determinar los dominios estructurales utilizando los datos de los puntos anteriores, se realizó una zonificación geomecánica del yacimiento.
- Se utilizó toda la información disponible de las fuentes mencionadas

anteriormente.

- Se examinaron otros factores del yacimiento que podrían afectar la estabilidad de las operaciones mineras subterráneas, como el agua y los esfuerzos.

#### **2.2.3. Evaluación de las condiciones de estabilidad de las excavaciones:**

- Se examinaron otros factores del yacimiento que podrían afectar la estabilidad de las operaciones mineras subterráneas, como el agua y los esfuerzos.
- Se utilizaron modelamientos numéricos basados en los mecanismos de falla potencial del terreno para evaluar la estabilidad de las excavaciones y otros aspectos relacionados con el minado.
- Todos los parámetros y resultados obtenidos tienen respaldo técnico, los cuales serán presentados en el presente estudio de investigación.

#### **2.2.4. Evaluación de los métodos de minado**

- Se evaluaron los métodos de minado utilizando información previamente desarrollada y colaborando con el personal de Planeamiento y Diseño de Volcanes.

#### **2.2.5. Dimensionamiento y estrategias de minado:**

- Los diferentes componentes estructurales relacionados con el minado fueron dimensionados para cada uno de los métodos de minado evaluados.
- Se estableció la ubicación de los servicios permanentes y las excavaciones de acceso principales.
- Se crean protocolos y secuencias de avance del minado para maximizar la recuperación de las reservas y lograr condiciones de

estabilidad tanto a nivel local como global.

- Se realizaron evaluaciones de los requisitos de sostenimiento de las labores mineras y se determinaron los elementos de sostenimiento más apropiados para las situaciones geomecánicas.
- Se realizó una evaluación de la cantidad de relleno necesario para el minado del yacimiento.
- Se dan recomendaciones generales sobre cómo controlar la estabilidad de las excavaciones relacionadas con el minado de manera eficiente y segura.

#### **2.2.6. Geomorfología**

Según el boletín geológico de INGEMMET (Boletín N° 36 y 69), El territorio incluye las siguientes áreas naturales:

**Suni:** Entre los 3500 y 4000 metros sobre el nivel del mar, se encuentra una zona con un relieve abrupto y empinado, paredes escarpadas, desfiladeros rocosos y cumbres afiladas causadas por la erosión glaciaria. El clima es frío, húmedo y nublado, y hay muchas precipitaciones.

**Puna o Jalca:** Se mide entre 4000 y 4800 metros sobre el nivel del mar. La mayoría de su relieve es de meseta andina, con lagos y lagunas. El clima es frío y caen nevadas y granizo. El aire está húmedo.

**Janca o Cordillera:** Su área oscila entre los 4800 y 6768 metros cuadrados, y su perfil está formado por montañas y nevados. Es la zona más alta y tiene un clima muy frío. Hay una vegetación dispersa principalmente de musgos, líquenes y gramíneas, y generalmente está cubierta de nieve.

#### **A. Depósitos cuaternarios**

Se han mapeado los siguientes depósitos cuaternarios en el lugar más elevada

de la cordillera Occidental y en el Flanco Occidental Andino de la zona de estudio:

- Los depósitos glaciares: incluyen almacenes morrénicos antiguos y recientes que se encuentran en las orillas de los valles glaciares o en su fondo o borde hasta una altitud de 4200 metros sobre el nivel del mar.
- Depósitos Fluvioglaciares: El proceso erosivo impulsado por el levantamiento andino sensible y las fases de glaciación está relacionado con el material transportado por los ríos de las dos vertientes de la región andina analizada. En algunos casos se han producido inundaciones que han permitido la formación de depósitos fangosos (bofedales), y se han formado terrazas de material aluvional en las márgenes de los ríos, las más recientes junto al lecho.
- Depósitos coluviales y de deslizamiento: Los primeros depósitos se ubican al pie de las escarpas de las laderas de los cerros y están compuestos por gravas y bloques subangulares con una matriz areniscosa y limosa.

## **B. Valles glaciares y lomadas**

Este tipo de geomorfología, está formado por valles glaciares típicos en forma de U que fluyen hacia el noroeste y el sureste bajo la supervisión de las estructuras locales. El relieve es suave a moderado y las pendientes son mayormente bajas en el sector suroeste que corresponden a las cabeceras de las quebradas.

Solo en áreas muy pequeñas, como la Qda, la quebrada Andaychagua tiene pendientes más pronunciadas, creadas por depósitos morrénicos y/o fluvioglaciares. Victoria y Qda. Pacchapuquiopampa Ayamachay tiene una

pendiente más pronunciada, que va del 40 al 60 %.

### **C. Cerros y Zonas de Escarpas**

Esta zona, con pendientes superiores a 45°, está formada por áreas escarpadas y probablemente está controlada por una falla longitudinal en la quebrada Andaychagua. Las calizas del Grupo Pucará que resisten la erosión, así como la litología de los volcanes del Grupo Mitu y las filitas del Grupo Excelsior en el área de Andaychagua. En la margen derecha de la Qda. Ayamachay, se pueden ver rocas desnudas y acumulaciones de materiales coluviales en las faldas de los cerros de los volcanes del Grupo Mitu.

### **D. Zona de Bofedales**

La cabecera y la parte intermedia de las Qdas tienen las extensiones de bofedales más grandes. Andaychagua y Pacchapuquiopampa, que comprenden la parte central del valle. En San Cristóbal, los bofedales más extensos se encuentran en la zona intermedia de la Qda. Ayamachay y en los humedales del Tajo Gavilán, que se encuentran en la parte alta de la margen derecha de la Qda. Ayamachay, aunque su tamaño es menor que el de Andaychagua

#### **2.2.7. Geomecánica**

El análisis geotécnico y las recomendaciones realizadas por DCR Ingenieros fueron resumidos en el siguiente capítulo y entregados al Área de Planeamiento en setiembre de 2014. La información analizada se obtuvo a partir de mapeos geomecánicos elaborados en los niveles 920, 970, 1020 y 1070, así como de trabajos creados por las áreas de geomecánica y geología.

El Área de Geomecánica de la Mina Carahuacra evaluó las condiciones actuales del macizo rocoso junto con estas recomendaciones.

### 2.2.8. Investigaciones básicas

Como parte de las investigaciones básicas, se realizaron ensayos de resistencia de la roca, análisis de las condiciones de las aguas subterráneas y cálculos de esfuerzos in situ, además de la caracterización, clasificación y zonificación del macizo rocoso.

La Tabla 1 muestra los sistemas de discontinuidades estructurales principales en las zonas de Mary, ML y Huaripampa, según el mapeo geomecánico realizado.

**Tabla 1** *Sistemas Principales de Discontinuidades*

	Descripción	Sistema 1	Sistema 2	Sistema 3
Veta Mary	Rumbo / Buzamiento	N 60° E / 73° SE	N 63° E / 72° NW	N 30° W / 55° SW
	Dirección de buzamiento / Buzamiento	150° / 73°	333° / 72°	240° / 55°
Veta ML	Rumbo / Buzamiento	N 46° E / 65° SE	N 56° E / 75° NW	N 13° W / 51° SW
	Dirección de buzamiento / Buzamiento	136° / 65°	326° / 75°	257° / 51°
Cuerpo Huaripampa	Rumbo / Buzamiento	N 42° W / 48° SW	N 48° E / 82° NW	N 25° E / 65° NE
	Dirección de buzamiento / Buzamiento	228° / 48°	318° / 82°	65° / 65°

Las discontinuidades que se muestran tienen características estructurales importantes y se pueden clasificar en categorías mayores y menores:

- Discontinuidades mayores (fallas):
- Se muestran con persistencias de decenas de metros y distancias que van desde cuatro metros hasta más de cuatro. Las aperturas son de menos de 5 milímetros. Relleno con arcilla, panizo y materiales oxidados.
- discontinuidades menores (diaclasas):

Hay distancias de 06 a 20 centímetros y de 20 a 60 centímetros entre ellos, así como persistencias de tres a diez metros. Las aperturas oscilan entre un

milímetro y más. El relleno debe ser suave y con arcilla.

Utilizando la información del mapeo geomecánico y las observaciones realizadas in situ, el macizo rocoso se zonificó y clasificó según el criterio de Bieniawski (1989) y las relaciones sugeridas por Priest y Hudson (1986).

Los resultados se muestran en la:

**Tabla 2** *Clasificación del Macizo Rocosó*

	Descripción	Litología	RMR Promedio	Dominio Estructural
Veta Mary	Caja piso	Volcánico	35 / 44	DE - IVA / DE - IIIB
	Mineral	Volcánico	35	DE - IVA
	Caja techo	Volcánico	35 / 47	DE - IVA / DE - IIIB
	Caja techo alejada	Volcánico	56	DE - IIIA
Veta ML	Caja piso	Volcánico	45 / 55	DE - IIIB / DE - IIIA
	Mineral	Volcánico	35	DE - IVA
	Caja techo	Volcánico	45 / 57	DE - IIIB / DE - IIIA
	Caja techo alejada	Volcánico	58	DE - IIIA
Cuerpo Huaripampa	Caja piso	Caliza	27	DE - IVB
	Mineral	Caliza mineralizada	26	DE - IVB
	Caja techo	Caliza	27	DE - IVB

Los parámetros de resistencia de una roca maciza fueron determinados a partir de datos históricos y datos nuevos de ensayos de carga puntual, ensayos de golpes con el martillo Schmidt, compresión uniaxial, compresión triaxial, tracción indirecta y constantes elásticas. Los parámetros de resistencia del macizo rocoso como resultado del análisis de estos datos son mostrados en la tabla 3.

**Tabla 3** *Parámetros de Resistencia del Macizo Rocosó*

	Litología	GSI*	$\sigma_c$ (MPa)	$\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	$m_i$	$m_b$	$s$	$E_{mr}$ (MPa)	$\nu$
Veta Mary	Míneral	35	35	3.8	20	1.099	0.000240	911	0.27
	Volcánico	35	40	2.7	20	1.099	0.000240	1041	0.27
	Volcánico	44	60	2.7	20	1.642	0.000762	2768	0.25
	Volcánico	47	60	2.7	20	1.877	0.001120	3378	0.25
	Volcánico	56	100	2.7	20	2.805	0.003549	9990	0.23
Veta ML	Míneral	35	40	3.8	20	1.099	0.000240	911	0.27
	Volcánico	35	40	2.7	20	1.099	0.000240	1041	0.27
	Volcánico	45	60	2.7	20	1.717	0.000866	2958	0.25
	Volcánico	55	100	2.7	20	2.683	0.003122	9406	0.23
	Volcánico	57	100	2.7	20	2.993	0.004034	10597	0.23
Cuerpo Huaripampa	Míneral	26	20	2.7	12	0.441	0.000076	405	0.29
	Caliza	27	25	3.5	12	0.461	0.000086	531	0.29

La presencia de agua se debe a las condiciones de humedad en ML y Huaripampa, así como a áreas mojadas y con goteo ocasional en Mary.

La carga litostática de Hoek y Brown (1978) y la idea de la relación de esfuerzos horizontales y verticales de Sheorey se utilizaron para estimar los esfuerzos in situ. Luego se compararon los resultados con datos de minas cercanas y el Mapa Mundial de Esfuerzos. Debido a que los esfuerzos in situ obtenidos de los ensayos en minas cercanas son información registrada en el campo sobre la situación actual de los esfuerzos in situ en la región, se optó por utilizarlos. El esfuerzo in situ vertical es de 16.2 MPa y el esfuerzo in situ horizontal es de 18.2 MPa, respectivamente.

### 2.2.9. Condiciones de estabilidad

Las excavaciones se dividieron en tres grupos: permanentes, temporales y tajos para evaluar las condiciones de estabilidad.

- Excavaciones permanentes.

La infraestructura de la mina, que incluye túneles, rampas principales, talleres, cámaras de salvataje y grifos, se excava permanentemente. Estas

excavaciones deben ubicarse en cajas alejadas, preferiblemente en cajas de piso.

Se establecieron aberturas máximas de excavación de acuerdo a la zonificación geomecánica realizada las cuales son mostradas en la tabla 4. Estas recomendaciones de aberturas máximas tienen en cuenta las tareas sin un seguimiento sistemático.

**Tabla 4** Aberturas Máximas por Tipo de Roca

Dominio Estructural	Rango RMR	RMR Promedio	Abertura maxima (m)
DE - II	> 60	65	8.1
DE - IIIA	51 - 60	55	5.2
DE - IIIB	41 - 50	45	3.3

- Excavaciones temporales.

Las excavaciones temporales también incluyen trabajos de avance relacionados con el minado en los tajos, como galerías y cruceros de acceso. Estas excavaciones tendrán aberturas de 4,5 metros.

- Tajos.

El método gráfico de estabilidad se utilizó para calcular las dimensiones de los tajos. Las dimensiones sugeridas se determinaron evaluando varios escenarios.

### 2.3. Definición de términos básicos

**Absorción:** Penetración de un gas o líquido entre las partículas de un cuerpo sólido.

**Minería subterránea:** Extracción minera que se realiza en el subsuelo, por medio de túneles o pozos

**Operaciones mineras:** Todas y cada una de las actividades que tengan por objeto el desarrollo de la minería

**Efluente:** El desecho de un contaminante líquido de una establecimiento o proceso industrial (asimismo conocido como desecho y/o desecho líquido)

**Emisión:** El proceso de liberar, liberar o descargar una sustancia en el medio ambiente.

**Emisiones fugitivas:** Los gases, vapores o polvo que no están canalizados se liberan de forma incontrolada o irregular a través de conductos o chimeneas.

**Perforación:** un pozo vertical que se perfora en la tierra para recopilar muestras de suelo, agua subterránea o corazones de roca.

**Pila de lixiviación:** Un área plana y clara con características de contención de solución donde el mineral se carga y luego se disuelve con una solución para recuperar los minerales.

**Pirometalúrgica/o:** Se considera a las técnicas o procesos mediante las cuales los metales son extraídos o purificados de su fuente mediante el uso de temperaturas extremadamente altas (por ejemplo, derritiendo o calcinando).

**Plan de monitoreo:** Conjunto de medidas destinadas a recopilar información comparativa o medir el ambiente para determinar si el desempeño de un proyecto minero cumple con los estándares requeridos y no tiene un impacto negativo en el medio ambiente.

**Pruebas cinéticas:** En la minería, se refiere a una prueba química en la que una muestra se somete a condiciones de prueba de laboratorio para determinar su capacidad para casar drenaje ácido.

**Productividad:** Es la relación entre la cantidad de bienes y servicios producidos y la cantidad de recursos utilizados.

**Sostenimiento:** El sostenimiento de las labores en toda explotación minera es un trabajo adicional de alto costo que reduce la velocidad de avance y/o producción, pero a la vez es un proceso esencial para proteger al personal y equipo de accidentes.

**Zonas de corte:** Son bandas de material de diversos metros de espesor en el que ha fallado la roca.

**Zonificación geomecánica.** - Proceso de separación de áreas con masas de roca similares en términos de condiciones geomecánicas y comportamiento.

## **2.4. Formulación de Hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis General**

Si realizar estrategias de Desarrollo y Preparación para el Plan de Producción de la Mina Carahuacra de la Compañía Minera Volcan S.A.A.

### **2.4.2. Hipótesis Específicos**

- a) Si ejecutar el plan de minado cumpliendo con la producción establecida en la Mina Carahuacra de la Compañía Minera Volcan S.A.A.
- b) Con obtener las estrategias para el plan de producción tendremos la factibilidad técnica y económica óptima de la Mina Carahuacra en la Compañía Minera Volcan S.A.A.

## **2.5. Identificación de las Variables**

### **2.5.1. Variable Independiente:**

X: Estrategias de Desarrollo y Preparación de la Mina Carahuacra.

### **2.5.2. Variable Dependiente:**

Y: Plan de Producción de la Mina Carahuacra.

## 2.6. Definición Operacional de Variables e Indicadores

**Tabla 5** Operacionalización de Variables

TIPO DE VARIABLE	NOMBRE DE LA VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
VARIABLE INDEPENDIENTE	X: Estrategias de Desarrollo y Preparación de la Mina Carahuacra.	Las estrategias de desarrollo de la mina se han diseñado para profundizar mediante una rampa principal en la caja de piso de las estructuras mineralizadas. Esta rampa tiene una sección de 4.50 metros por 4.50 metros con una pendiente negativa del 12% y un avance promedio mensual de alrededor de 70 metros. Hay 562 metros de distancia inclinada entre los niveles y 60 metros de distancia vertical entre los niveles principales. Preparación del Nivel Principal y preparación de los Subniveles.	Mina Carahuacra	Rampa Principal
				By – Pass
				Acceso – Rampa
VARIABLE DEPENDIENTE	Y: Plan de Producción de la Mina Carahuacra.	La siguiente metodología se utilizó para implementar el plan a largo plazo base: Recopilación de información geológica, geotécnica, topográfica, recursos minerales, indicadores de productividad, costos, balances metalúrgicos y otras áreas de apoyo para luego comenzar con el diseño de la infraestructura general de la mina.	Planeamiento de Minado a Largo Plazo.  Plan de Minado.  Métodos de Explotación.	Mina Carahuacra.
				Compañía Minera Volcán
				Ciclo de Minado
				Producción.

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Tipo de Investigación**

Este tipo de investigación se basa en documentos. La investigación bibliográfica, hemerográfica y archivística son subtipos de esta investigación. La 1ra se fundamenta en la consulta de libros, la 2da en artículos o ensayos de revistas y periódicos, y la 3ra en documentos que se encuentran en los archivos, como cartas, oficios, circulares, expedientes, etc.

#### **3.2. Nivel de investigación**

La investigación es explicativa.

#### **3.3. Métodos de la Investigación.**

Se trata de la técnica que parte de una hipótesis o explicación inicial para llegar a conclusiones específicas, que luego se verifican experimentalmente. Por lo tanto, incluye un primer paso de inferencias empíricas, como la observación, que permiten deducir una hipótesis inicial que se somete a experimentación.

#### **3.4. Diseño de la Investigación**

El diseño de investigación corresponde a la investigación cuantitativa,

Descriptiva, experimental, en la cual se detalla la Evolución Geomecánica efectuada en la Mina Carahuacra y los resultados obtenidos en la investigación.

- Descripción del proceso
- Preparación del proyecto de investigación.
- Métodos y técnicas aplicadas en el estudio.
- Ejecución del trabajo de campo.
- Procesos de clasificación, codificación y mejoramiento.

### **3.5. Población y Muestra**

#### **3.5.1. Población**

La población conformada por todos los colaboradores de la Mina Carahuacra, ya que la evaluación realizada involucra a toda la empresa por ser de vital importancia en todos los trabajos de la explotación y desarrollo de la mina.

#### **3.5.2. Muestra**

La muestra se para determinar las estrategias se da el Nivel Principal, para que a partir de este Nivel se generen las demás estrategias para el plan de minado, por lo que se tiene una vista panorámica para la ejecución y seguimiento al Planeamiento a Largo Plazo de la Mina Carahuacra.

### **3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### **3.6.1. Técnicas**

- **Recopilación y análisis de data**

Información de la data de la Mina Carahuacra.

Aportes del personal de la mina.

Trabajo de campo.

Referencias encontradas para la Investigación.

- **Observación directa y toma de datos**

Observación completa a todos los procesos de la mina de acuerdo a lo planificado permitiéndonos obtener una información visual in situ de toda la mina, que fue relevante en nuestro proceso de investigación

- **Búsqueda de información bibliográfica**

El principal aporte bibliográfico lo obtuvimos de la data de la empresa, información obtenida del internet, libros de aportes para nuestra evolución al Planeamiento de la Mina.

### **3.6.2. Instrumentos**

#### **Instrumentos de Recolección de Datos**

- **Materiales**

- ✓ Mapeadores.
- ✓ Brújula.
- ✓ Estación Total.
- ✓ Planos Topográficos.
- ✓ Equipo de seguridad
- ✓ Computadora personal y Impresoras
- ✓ Cámara Fotográfica

- **Software**

- ✓ Auto Cad
- ✓ Fase 2
- ✓ SPSS (estadístico)
- ✓ Microsoft Office (Información del trabajo de campo)

### **3.7. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos.**

- Recopilación de datos

En la mina subterráneas de la Unidad Carahuacra.

- Observación directa del proceso

Observaciones directas en todas las labores subterráneas de la mina y recopilación de datos de campo.

- Búsqueda de información bibliográfica.

Información proporcionada por la gerencia de la Mina Carahuacra.

### **3.8. Tratamiento Estadístico**

Todo el proceso estadístico se realizó en Microsoft Excel y el SPSS. (software estadístico).

### **3.9. Orientación ética filosófica y epistémica**

La investigación se realizó manteniendo los principios de la ética personal y profesional, permitiéndonos detallar toda la información obtenida en el desarrollo de la presente investigación.

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1. Descripción del Trabajo de Campo.**

##### **4.1.1. Métodos de Minado**

En la Mina Carahuacra se está utilizando el método de minado AVOCA, el cual es viable desde el punto de vista operacional debido a la geometría del yacimiento (vetiforme). Este método implica el minado por hundimientos de subniveles mediante perforación de taladros largos, la limpieza del mineral retirado, el relleno detrítico para estabilizar las cajas y, finalmente, se extrae el mineral en los subniveles inferiores. El método AVOCA se aplicó a la mina Carahuacra, que utiliza una explotación ascendente y un relleno detrítico vertical. La infraestructura de extracción está ubicada paralela a la estructura mineralizada y tiene accesos perpendiculares a ella con una distancia de 100 metros entre ellos. La profundización se lleva a cabo a través de una rampa principal que siempre se dirige hacia la caja de piso de la estructura.

La secuencia de minado se ha bosquejado de forma alargada, dividiendo la estructura en bloques de explotación de 100 metros de longitud y efectuando

una secuencia ascendente mediante tres bancos de explotación de 15 metros de altura, separados por tres subniveles de perforación-extracción y un nivel principal. Con respecto a la extracción, se realiza una perforación en la extracción y luego se realiza un relleno detrítico mecanizado (relleno posterior) con una longitud máxima de abertura (LMA) de 22 metros horizontalmente, que varía según la clasificación de roca (RMR). Se considera un bloque de mineral de 67,50 metros de altura con un nivel principal de extracción (sección: 3,80m x 4,0m y pendiente: + 1%). La operación comienza en el banco N°01, que se encuentra en el centro de la estructura y se retira en dirección EW.

#### **4.1.2. Ciclo de minado**

##### **A. Perforación**

En el tema de perforación, para el método de minado AVOCA, cada tipo de perforación se realiza con taladros largos, que se describen a continuación:

- **Chimenea Slot:**

La perforación de las chimeneas de soporte (Cara Libre) se lleva a cabo con un equipo de perforación electrohidráulico Simba modelo 1252, que utiliza columnas compuestas por 11 barras de 5 pies con rosca T45. El diámetro de la broca utilizada es de 64 mm y los alivios rimados son de 5". La sección de soporte tiene 32 taladros, incluidos 04 taladros de alivio. Se muestra una tabla de resumen:

**Tabla 6** *Perforacion Chimenea Slot Taladros*

Perforación		
Nº Total De Taladros	32	und
Nº De Taladros Perforacion 64 mm Ø	28	und
Nº De Taladros Rimado 5" Ø	4	und
Nº De Taladros Cargados	28	und
Nº De Taladros Alivio	4	und
Long. De Perforación Nominal (M)	16.89	mts.

- **Taladros Largos:**

La mina Carahuacra se ha estandarizado de la siguiente manera debido a las características geomecánicas de la roca y la geometría de la estructura mineralizada: se perfora de forma negativa y paralelamente; el rendimiento promedio de perforación es de 22 m/h.

#### **B. Voladura**

La perforación determina el tipo de voladura; en este caso, se cargan la chimenea de tornillo y las secciones de tornillo, que se detallan a continuación:

- **Chimenea Slot**

Utilizando los parámetros y rendimientos que se muestran en las siguientes tablas para la voladura de cara libre o chimenea slot mediante un VCR de 8 metros:

**Tabla 7** *Parámetros de Voladura Chimenea Slot*

Parámetros de	
Voladura	
Seccion <i>mt</i>	2.1 x 2.1
Tipo de Roca	Tipo II - III
Tipo de Material	Mineral
Tonelaje	224.91 t
Longitud de Taladro	16.89 <i>mt</i>

Rendimientos de voladura		
Longitud de slot	16.89	<i>mt</i>
Kilogramos de explosivo usado	313.8	kg
Factor de carga (Kg/ml)	20.92	kg/ml
Factor de carga (Kg/t)	1.4	kg/t

- **Voladura de secciones en tajos:**

La limpieza adecuada del piso, los taladros negativos con aire comprimido y el drenaje del agua acumulada son los pasos previos a la voladura. Según el protocolo de voladura, el factor de carga no debe superar los 0.18 kg/t debido a la posibilidad de problemas en las cajas y el colapso de las cajas debido a la contaminación del mineral roto. Las siguientes tablas muestran los parámetros y rendimientos de voladura:

**Tabla 8** *Parámetros y Rendimiento de Voladura*

Parámetros de voladura		
Malla	1.3 x 1.3	
Tipo de Roca	Tipo II - III	
Tipo de Material	Mineral	
Tonelaje	332.8668	
Longitud de Banco	16.89	

Rendimientos de voladura		
Longitud del banco	12	mt
Kilogramos de explosivo usado	54.3	kg
Factor de carga (Kg/ml)	4.52	kg/ml
Factor de carga (Kg/t)	0.16	kg/t

Accesorios de Voladura		
Faneles	18	Pza
Pentacord	7	mt
Mecha Ensamblada	2	Und
Mecha Rápido	0.3	Mt

#### 4.1.3. Carguío y Acarreo

Un cargador de bajo perfil (Scooptrans) de Caterpillar modelo R1600 con capacidad de 6 yd<sup>3</sup> se utiliza para limpiar el mineral roto producto de la voladura primaria. Se utilizan telemandos y refugios adecuados para proteger al operador. La utilidad es de 101.58 t/h, La siguiente tabla muestra el rendimiento de Scooptrans.

**Tabla 9 Rendimiento de Scooptrans**

**Rendimiento de Scooptrans**

<b>Desmonte</b>	2.8 gr/cm <sup>3</sup>	
<b>Mineral</b>	3.5 gr/cm <sup>3</sup>	
<b>Velocidad CC</b>	3.96 km/hr	
<b>Velocidad CC</b>	5.40 km/hr	
<b>Long. Prom.</b>	90	
<b>Scooptrans</b>	S-605	
<b>Capacidad</b>	6 Yd <sup>3</sup>	4.59 m <sup>3</sup>

Distancia	Ciclo Total	N° de viajes por hora	Produccion/Hora (MINERAL=10.02 t)	Produccion/hora (DESMONTE=8.09 t)
10 m	150 seg	20	200.45 t/hr	161.75 t/hr
20 m	169 seg	18	177.91 t/hr	143.56 t/hr
30 m	187 seg	16	160.79 t/hr	129.74 t/hr
40 m	203 seg	15	148.12 t/hr	119.52 t/hr
50 m	222 seg	14	135.44 t/hr	109.29 t/hr
60 m	239 seg	13	125.80 t/hr	101.51 t/hr
70 m	259 seg	12	116.09 t/hr	93.68 t/hr
80 m	278 seg	11	108.16 t/hr	87.27 t/hr
90 m	296 seg	10	101.58 t/hr	81.97 t/hr

#### 4.1.4. Transporte

El mineral se transporta a través de volquetes modificados con una capacidad de 10 m<sup>3</sup> desde la zona de carguío hasta los echaderos de mineral (Ore Pass) 384 en Nv. 820 y echadero 535 en Nv. 730, La flota consta de 7 unidades exclusivas para el transporte de mineral y luego se transporta a través del túnel Victoria del Nv.820 hacia la Planta Victoria mediante 05 locomotoras (capacidad de 70 t/viaje). El desmorte es transportado a cámaras de acumulación por dos camiones de bajo perfil de 20 toneladas por viaje.

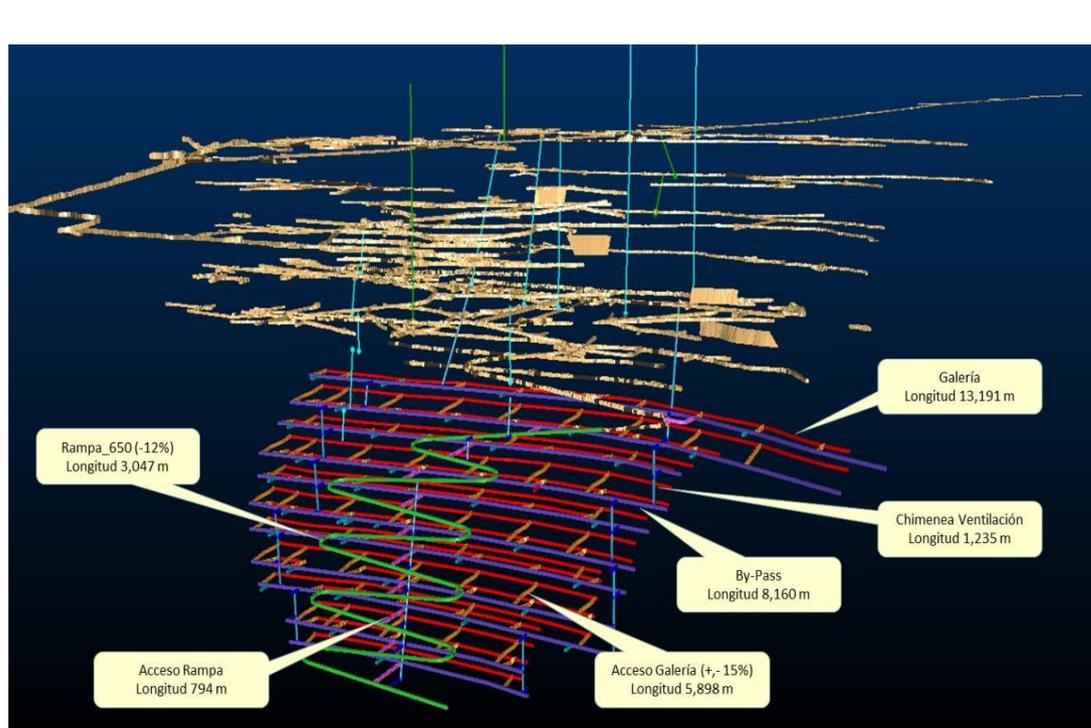
## 4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

### 4.2.1. Plan de Desarrollo Minero

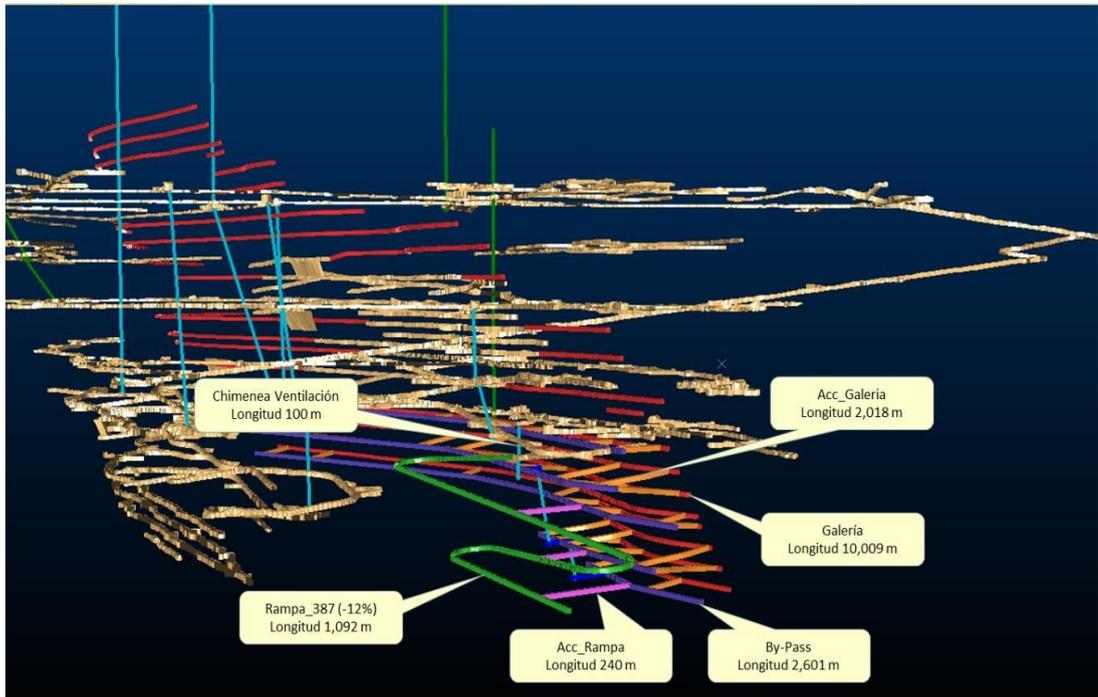
El plan de desarrollo para la Mina Carahuacra a largo plazo se basa en los lineamientos y propósitos, en el siguiente detalle:

- Zona Mary prolongar profundizando la rampa 650 para acceder a los niveles menores que se desarrollarán y prepararán para su posterior explotación hasta el Nv 1420 (Cota 3566).
- En María Luisa Para acceder a los niveles inferiores hasta Nv 1110 (Cota 3877), se profundizará la rampa 385.
- Coloque niveles principales a cada 60m para crear 3 bancos de 15 m de altura de tajeo en cada nivel.
- Establecer servicios adecuados, cámaras de acumulación de relleno, accesorios y chimeneas de ventilación para mejorar la fluidez de los ciclos de minado. Proporcionar al equipo acceso independiente a cada área de explotación, lo que evita que se concentre en áreas de trabajo más pequeñas.
- Los equipos LHD obtienen los mayores rendimientos utilizando las distancias de acarreo adecuadas.

**Ilustración 6** *Isométrico de la Infraestructura Veta Mary*



## Ilustración 7 Isométrico de la Infraestructura Veta María Luisa



### 4.3. Prueba de Hipótesis

Con las variables que fueron expuestas en el Capítulo II, como son las Variables Independiente y Dependiente, y mediante estas se admite la hipótesis:

*Si realizar estrategias de desarrollo y preparación para el Plan de Producción de la Mina Carahuacra de la Compañía Minera Volcan S.A.A.*

- ❖ **H0:** Estrategias de Desarrollo y Preparación de la Mina Carahuacra.
- ❖ **H1:** Plan de Producción de la Mina Carahuacra.

### 4.4. Discusión de Resultados

#### 4.4.1. Estrategias de Desarrollo de Mina

Para el desarrollo de la mina, se ha concebido una rampa principal en la caja de piso de las estructuras mineralizadas. La rampa tiene un tramo de 4,50 metros por 4,50 metros con una pendiente negativa del 12% y un avance promedio mensual de alrededor de 70 metros. Hay 562 metros de distancia inclinada entre

los niveles y 60 metros de distancia vertical entre los niveles principales.

El desarrollo de la mina anterior al minado contempla la apertura de un By Pass (Nv 1240) de sección 4.50m x 4.50m previa ejecución de un acceso de sección 4.0m x 4.0m que nace desde la rampa principal de profundización, con rumbo paralelo a la estructura mineralizada y pendiente del 1% en positivo. Además, se consideran obras de infraestructura para drenaje, bombeo, arranque-fin de chimeneas Raise Borer y carga de mineral mediante.

#### **4.4.2. Estrategias de Preparación de Mina**

- **Preparación Nivel Principal**

Para adaptar el método de minado AVOCA al yacimiento de la mina Carahuacra, se consideran accesos paralelos y equidistantes a 100 metros entre sí. Los accesos tienen una sección de 4.0 metros por 4.0 metros y una pendiente del 1% desde el By Pass No. 01 hasta la confluencia con la estructura mineralizada.

- **Preparación subniveles intermedios de perforación 01 y 02**

El diseño observa la construcción de accesos o cruceros de una sección de 4.0m x 4.0m desde la rampa principal hasta la proyección del By Pass N°01, así como la edificación del By Pass N° 2 de una sección de 4.50m x 4.50m con una pendiente positiva del 1% como preparación previa al minado.

Además, tiene en cuenta el acceso positivo de una sección de 4.0m por 4.0m con una pendiente máxima del 10% y una longitud máxima del orden de 80 metros hacia el subnivel 02, así como el acceso negativo de una sección de 4.0m por 4.0m con una pendiente máxima del -12% de 80 metros hasta la intersección del subnivel 01.

- **Preparación subnivel intermedio de perforación 03**

La elaboración del subnivel 03 comienza en el nivel principal inmediato superior mediante un acceso con inclinación negativa de una sección de 4,0 metros por 4,0 metros con una pendiente máxima del 12% y una longitud máxima del orden de 80 metros hasta la proyección en la cota del subnivel 03.

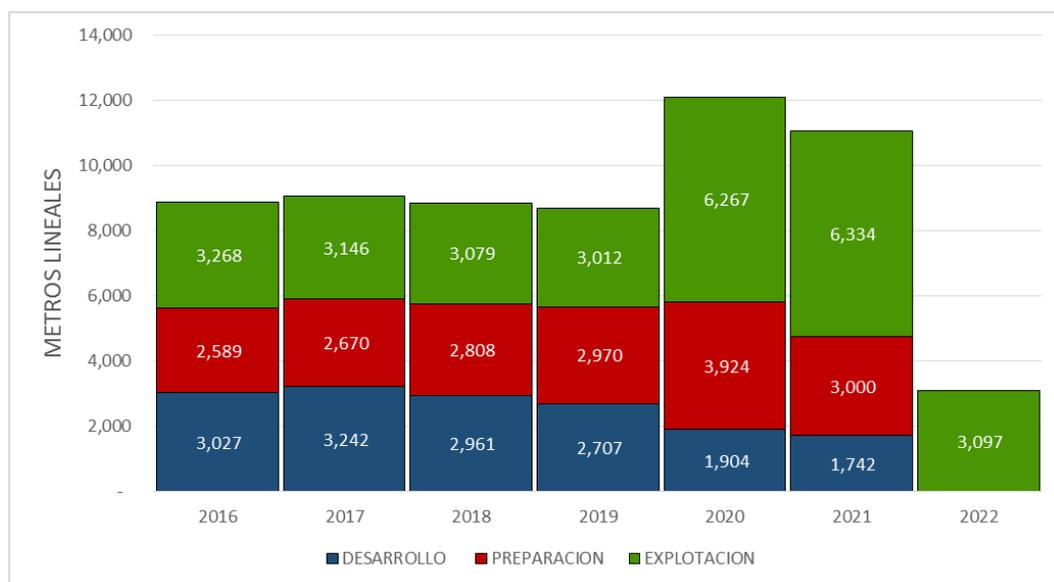
Se han considerado los rendimientos por el tipo de labor:

- Rampa Principal                    12%                    70 m/mes
- By – Pass                            1%                    70 m/mes
- Acceso – Rampa                    1%                    80 m/mes
- Acceso – Galería                    1%                    80 m/mes
- Galería – Subniveles                1%                    80 m/mes
- Chimeneas Rb                        80 °– 90°            100 m/mes

**Tabla 10** Programa de Infraestructura Mina PLP - Base

PERIODO	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	TOTAL
DESARROLLO	3,027	3,242	2,961	2,707	1,904	1,742		15,584
PREPARACION	2,589	2,670	2,808	2,970	3,924	3,000		17,961
EXPLOTACION	3,268	3,146	3,079	3,012	6,267	6,334	3,097	28,202
Total	8,884	9,057	8,848	8,689	12,095	11,076	3,097	61,747

**Ilustración 8** Gráfico del Programa de Infraestructura PLP - Base



**Tabla 11** Programa de Infraestructura Mina por Tipo de Labor PLP - Base

PERIODO	GRADIENTE	SECCION	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Total
<b>VETA MARY</b>										
Rampa	12%	4.5 x 4.5	785	590	930	742	-	-	-	3,047
By-Pass	1%	4.5 x 4.5	2,096	2,261	1,895	2,008	-	-	-	8,260
Acc_Rampa	1%	4.0 x 4.0	279	84	226	204	-	-	-	794
Acc_Galeria	1%	4.0 x 4.0	1,241	1,730	1,636	1,508	718	-	-	6,833
Galeria - Sub	1%	3.8 x 4.0	3,268	3,146	3,079	3,012	888	-	-	13,392
Camara	1%	4.0 x 4.0	534	612	480	423	-	-	-	2,049
Estocada Ve	1%	4.0 x 4.0	223	280	268	353	-	-	-	1,124
Chimenea V	85° - 90°	3Ø	377	254	233	372	-	-	-	1,236
Chimenea de Servicios			80	101	101	67	-	-	-	349
<b>Sub Total</b>			<b>8,804</b>	<b>8,956</b>	<b>8,747</b>	<b>8,622</b>	<b>1,606</b>	-	-	<b>37,085</b>
<b>V/ TA MARIA LUISA - MATOS - CUERPOS</b>										
Rampa	12%	4.5 x 4.5	-	-	-	-	492	600	-	1,092
By-Pass	1%	4.5 x 4.5	-	-	-	-	1,724	877	-	2,601
Acc_Rampa	1%	4.0 x 4.0	-	-	-	-	1,593	1,648	-	3,241
Acc_Galeria	1%	4.0 x 4.0	-	-	-	-	1,055	964	-	2,019
Galeria - Sub	1%	3.8 x 4.0	-	-	-	-	5,379	6,334	3,097	14,810
Camara	1%	4.0 x 4.0	-	-	-	-	225	482	-	707
Estocada Ve	1%	4.0 x 4.0	-	-	-	-	20	71	-	91
Chimenea V	85° - 90°	3Ø	-	-	-	-	-	101	-	101
<b>Sub Total</b>			-	-	-	-	<b>10,489</b>	<b>11,076</b>	<b>3,097</b>	<b>24,662</b>
<b>Total</b>			<b>8,884</b>	<b>9,057</b>	<b>8,848</b>	<b>8,689</b>	<b>12,095</b>	<b>11,076</b>	<b>3,097</b>	<b>61,747</b>

## CONCLUSIONES

- En la Mina Carahuacra, los recursos minerales medidos, indicados y estimados provienen de tres tipos de estructuras: vetas, mantos y cuerpos. Con 2 371,435 tn, las vetas representan el 69,38%, los cuerpos el 15,62% y los mantos el 15,00% de dichos tipos de estructuras.
- En la Mina Carahuacra, se cree que las reservas minerales provienen de tres tipos de estructuras: vetas, mantos y cuerpos. Las vetas, que son representados en un 82.03% de 2 169,397 tn, los cuerpos, que representan un 12.08% de 319,439 tn y los mantos, que representan un 5.89% de 155,808 tn, representan cada uno de estos tipos de estructuras.
- El Proyecto a largo plazo tiene como objetivo explotar todos los recursos económicos del yacimiento Carahuacra en un período de siete años, desde 2016 hasta 2022-2023, a una tasa de 2,000 tpd. El plan de extracción de minerales establece una secuencia descendente durante los primeros cuatro años hasta completar los recursos. Después, durante los tres años restantes, se explotará la veta Mary, María Luisa y mineral de Cuerpos, Mantos y Otras Vetos de menor tonelaje.
- La estrategia de extracción tiene como objetivo avanzar de los niveles inferiores a los superiores para maximizar el uso de la gravedad durante el proceso de extracción de minerales, así como crear espacios que estarán rellenos con los remanentes resultantes de los desarrollos y elaboraciones sobre roca estéril.
- Para controlar mejor la dilución y las inflexiones de la estructura mineralizada durante la perforación de los taladros de producción, el diseño considera separar los subniveles cada 19 m a una altura de banco de 15 m.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda llevar a cabo campañas de perforación para aumentar la confiabilidad de los recursos presumidos. El 45% de los recursos inferidos disponibles son utilizados para el plan a largo plazo porque han superado todos los factores modificadores. Esto demuestra el gran potencial del recurso indicado, el cual podría transformarse de un "mineral económico explotable" a un "reserva mineral" con la mayor seguridad geológica.
- Reevaluar la investigación de repotenciación del Pique Central como opción para reducir costos de traslado de mineral de la mina Carahuacra.
- Inicie Optimizar los costos de operación utilizando estudios de tiempo para optimizar el uso del equipo para reducir costos y obtener mejores resultados.
- Optimizar la estrategia de ley de corte y los métodos de explotación para cada sector. para maximizar el Valor Presente Neto (VPN).
- Evaluar el diseño de la mina para reducir el costo de bombeo, reduciendo el acceso y evitando operaciones con gradientes negativos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aplicabilidad de los sistemas de planificación y control de la producción en los entornos de ingeniería-bajo-pedido “Miguel Gutiérrez, Francisco A. Rivera, Alfonso Durán, Francisco Sastrón “.
- Auditoria Financiera en Empresas Mercantiles, caso: Máquinas de coser industriales “Cesar Aguayo M. Cía. Ltda.”Autores: “Ana Lucia Mogrovejo Azanza, Olga Lorena Montaleza Tapia”. Director: Ing. Francisco Beltrán.
- Amaro, G, Hendry, y otros, Competitive advantage, customization and a new taxonomy for non-make-to-stock companies. International Journal of Operations and Production Management, Vol. 19, No. 4, 1999, pp. 349-371.
- Planeamiento de minas a cielo abierto mediante optimización estocástica. Franco, G., Branch, J. y Jaramillo, P. 31, Medellín: Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Minas, 2012. ISSN 0120.
- MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS. Anuario Minero 2017. Lima: Dirección de Promoción Minera, 2017.
- DIRECCIÓN REGIONAL DE ENERGÍA Y MINAS DE SAN MARTÍN. Guía de evaluación de plan de minado para el inicio/reinicio de actividades de exploración de la pequeña minería (PM) y minería artesanal (MA). Moyobamba, San Martín: Dirección Regional de Energía y Minas de San Martín, 2014.
- Hoschschild Minig S.A. Unidad Minera de Pallancata. Lima: Compañía Ares afiliada a Hoschschild Minig S.A., 2017.
- Vargas, M. Modelo de planificación de corto y mediano plazo incorporando restricciones operacionales y de mezcla. Santiago: Universidad de Chile, 2011.
- Piérola, D. Optimización del plan de Minado de cantera de caliza la unión Distrito de Baños del Inca -Cajamarca 2015. Puno: Facultad de Ingeniería de minas, 2017.

- Spelucín, A. Desarrollo del Plan de Minado para el Proyecto Conga. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de Ingeniería de Minas, 2017.
- Bautista, J. Diseño y planeamiento de Minado subterráneo para incrementar la producción diaria de la unidad operativa Pallancata proyecto Pablo compañía Minera ARES SAC. Puno: Facultad de Ingeniería de Minas, 2017.
- Jorge Andrés Calderón Becerra. (2011). Desarrollo de una herramienta para planificación de largo plazo en block/panel caving. Disponible en <http://www.captura.uchile.cl/handle/2250/122702>
- Jesús Javier García Dávila. (2011). Planeamiento minero e Corporación Minera Castrovirreyna. Disponible en <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/940>
- Horinson Gilvert Bernaola Chavez. (2011). Gestión de la productividad total en minería subterránea. Disponible en <http://es.scribd.com/doc/130077205/Gestion-de-productividad-TotalMineria-Subterranea#scribd>
- Bressi Vásquez, F. (2009). Superación de Asimetrías de Información en el Financiamiento Vía Capital de Riesgo de la Exploración de Minerales. Disponible en <http://tesis.uchile.cl/handle/2250/102220>
- Correa González, C. (2009). Creación de valor y reducción de riesgo mediante coordinación de decisiones financieras y operacionales. Disponible en <http://tesis.uchile.cl/handle/2250/103380>

## **ANEXOS**

## ***INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS***

*Análisis de los Proyectos*

### **ZONA OESTE**

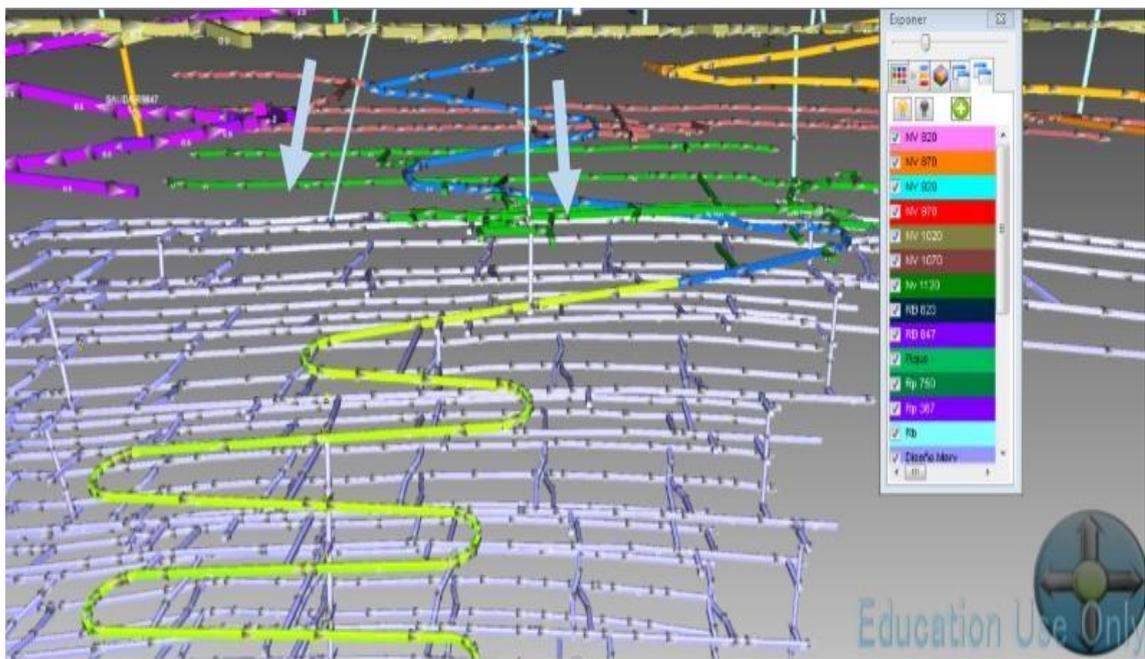
El desarrollo de esta zona, se inicia con la continuación de la Rampa 650 por la veta Mary.

Las galerías que se construyen siguiendo el rumbo de la veta tendrán secciones acordes a las dimensiones de los equipos de acarreo, de las instalaciones de los ductos y mangas de ventilación, tuberías de servicios de agua, aire, línea de disparo, red eléctrica y línea de comunicación.

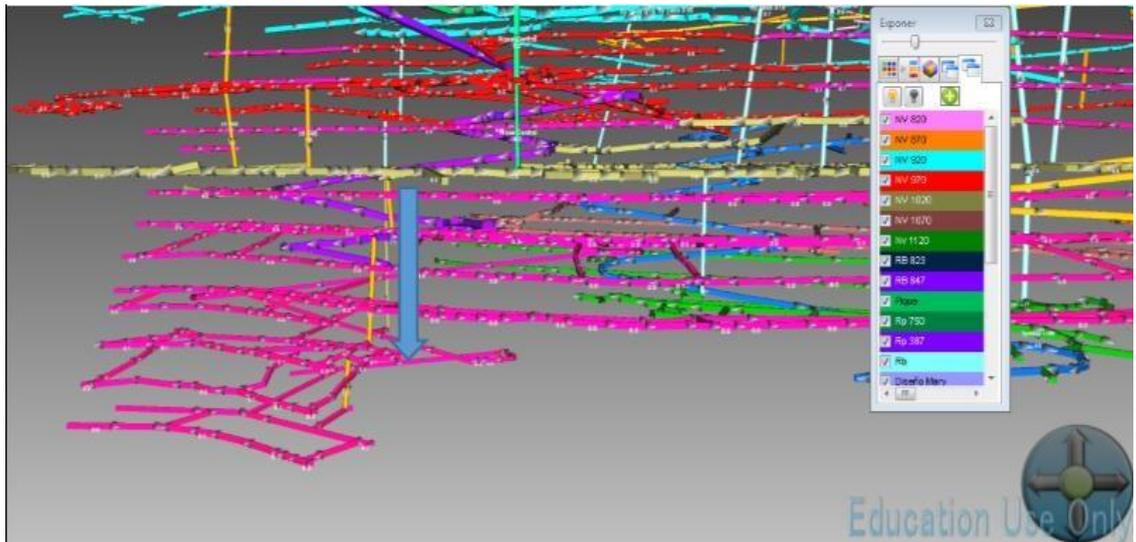
En las labores de desarrollo se tienen chimeneas de ventilación primaria de diámetro de 3m.

En la Ilustración 1 e Ilustración 2 se muestra la validación del circuito para las proyecciones de la Veta Mary y María Luisa respectivamente.

**Ilustracion 1. Proyectos Zona Oeste Veta Mary**



## Ilustracion 2. Proyectos zona oeste veta maria luisa

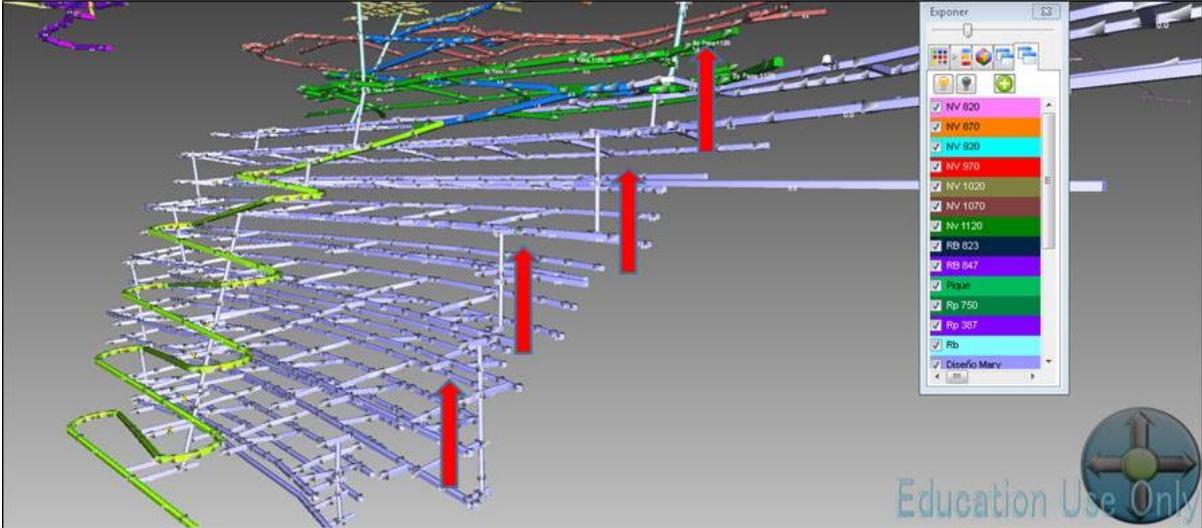


### ZONA ESTE

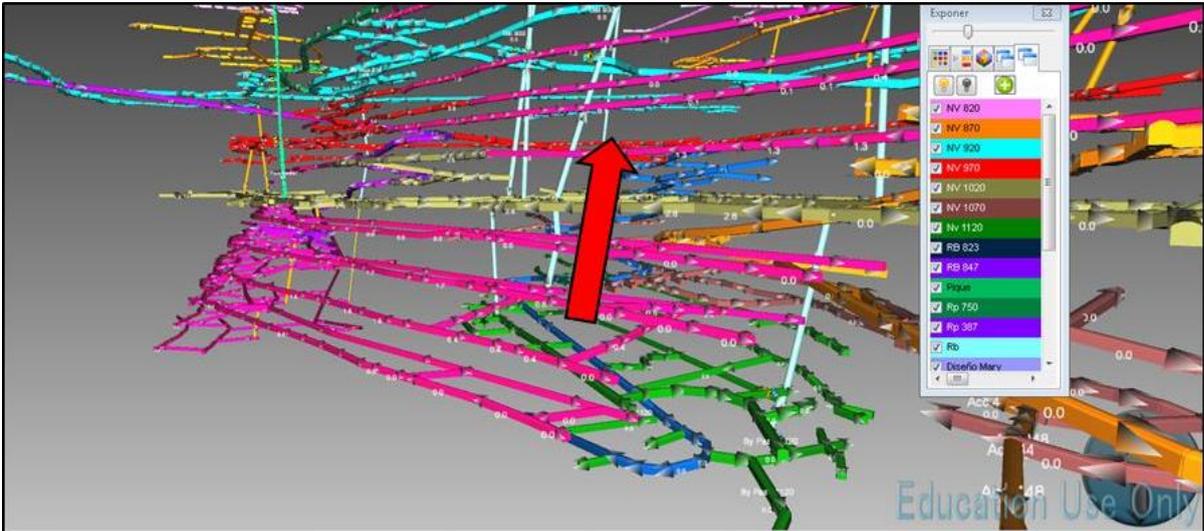
Se direccionará el flujo de aire viciado con la colocación de compuertas/cortinas o tapones, ello para evitar que este flujo se pierda por labores ya tajeas o abandonadas. Incluso, se proyecta colocar un ventilador secundario para ayudar en la extracción de aire viciado. Esto se lleva a cabo por medio de la Rb 823.

En la Ilustración 3 y Ilustración 4 se muestra la validación del circuito para las proyecciones de la Veta Mary y María Luisa respectivamente.

**Ilustracion 3. Proyectos zona este veta mary**



**Ilustracio 4. Proyectos zona este veta maria luisa**



## **LABORES DE PREPARACIÓN Y DESARROLLO**

### **1. Labor Minera**

Una labor minera es un acceso excavado para explotar un yacimiento. También se le conoce como el conjunto de todas esas labores, especialmente cuando es subterránea. La técnica de aprovechar un yacimiento mediante minería se conoce como Laboreo de Minas.

La zona de la labor en que se trabaja para su excavación se denomina frente, corte o testero. Las labores que sólo tienen una entrada (por ejemplo una galería que se está avanzando) se denominan labores en fondo de saco ó labores ciego. Al no tener salida es necesario forzar la ventilación mediante una tubería hasta el frente de la labor.

### **2. Labores de Desarrollo**

Son aquellas labores mineras encaminadas a crear los accesos y las vías internas a las zonas mineralizadas con el fin de dividir o seccionar el yacimiento en unidades de explotación.

- **Desarrollo Productivo:** el avance se realiza extrayendo mineral, lo que se utiliza bastante donde la mena es más blanda que el estéril en vetas de potencia media.
- **Desarrollo Improductivo:** cuando el avance se realiza en estéril.

Las labores de desarrollo son:

#### **A. Labores Verticales**

- **Piques:** Excavación vertical de sección limitada que alcanza importante profundidad uniendo varios niveles. Usada para el acceso y explotación. Labores verticales que se desarrolla de arriba hacia abajo

sobre roca ó material estéril.

- **Pozos:** Son labores mineras verticales de acceso al depósito mineral. Sus funciones son similares a la de un Pique o de una chimenea.
- **Chimeneas:** Labor vertical de sección limitada y desarrollada de abajo hacia arriba para unir dos labores horizontales, siguiendo el buzamiento de la veta. Sus funciones son: Como ducto de ventilación, acceso de personal, materiales, herramientas, insumos a los tajeos de explotación.
- **Echadero de mineral**
- **Echadero para desmonte**

## **B. Labores Horizontales**

- **Túnel:** Labor casi horizontal que comunica subterráneamente a superficie por ambos extremos. Es abierta al extremo de una montaña o una colina para permitir el acceso a un yacimiento mineral. Son desarrollados sobre roca o material estéril. Sus funciones son: Vías de comunicación de carreteras, ferrocarriles, desviar cursos de ríos. para ventilación en minas y vías de acceso al depósito mineral.
- **Galerías:** Labor casi horizontal que se desarrolla sobre veta o en alguna de sus cajas, siguiendo el rumbo ó dirección de la veta. Labor horizontal al interior de la mina subterránea para permitir el acceso al yacimiento de mineral. Sus Funciones son: Delimitar el block mineralizado, labor de acceso al depósito mineral y acceso para personal, herramientas, materiales, equipos, maquinarias y otros.
- **Cortada:** Labor casi horizontal que se realiza sobre roca y ó material estéril forma ángulo con la dirección del depósito mineral o galería. Es

una labor semejante a la galería. Sus funciones son: La de cortar o atravesar a la zona mineralizada, delimitar la potencia del depósito mineral y dar acceso directo al depósito mineral. Y como medio de exploración de otros depósitos mineralizados. Etc.

- **Crucero:**
- **Nivel:** Es el conjunto de Labores Horizontales y ramificados que tienen una misma cota ó se encuentran en un mismo plano y que necesariamente desembocan en un pique o socavón. Es usual trabajarlas en minas desde un pozo, estableciendo niveles a intervalos regulares, generalmente con una separación vertical de 50 metros o más. Su Función primordial es de facilitar el transporte del mineral de los tajeos hacia los echaderos de mineral y cámaras.
- **Cámaras:**

### C. Labores Inclinadas

- **Rampas:** Son Labores Inclinadas desarrolladas sobre roca o material estéril, son de secciones grandes, considerable pendiente (12%) a fin de ganar longitud y altura. La rampa une dos ó más labores horizontales ó niveles de diferentes cotas. Sus Funciones son: Labor de accesos de equipos y maquinarias pesadas sobre llantas a interior Mina desde la superficie o entre los niveles, permite la extracción del mineral por medios rápidos y flexibles con equipos de bajo perfil y el acceso de personal, materiales, insumos y herramientas, etc.
- **Media Barreta**
- **Inclinados**

### 3. **Labores De Preparación**

La preparación de una mina para la explotación del depósito mineral, consiste en desarrollar LABORES MINERAS DE ACCESO, para arrancar y extraer el mineral económicamente explotable en forma sistemática, ordenada, con la mayor productividad y la mayor seguridad posible. Estas Labores mineras son piques, chimeneas, galería rampas y otros.

Labores mineras llevadas a cabo para facilitar la explotación apropiada del yacimiento o depósito, una vez finalizadas las labores de acceso y desarrollo, tanto en el rumbo como en el buzamiento.

Estas labores de desarrollo se dividen en:

- Subniveles
- Ventanas
- Chutes o tolvas
- Tajeo de Explotación
- Block de Mineral

#### **A. Labores Verticales**

##### ▪ **Piques:**

Excavación vertical de sección limitada y que alcanza importante profundidad uniendo varios niveles. Usada para el acceso y explotación. Labores verticales que se desarrolla de arriba hacia abajo sobre roca ó material estéril. Su forma es circular o rectangular dividido en varios compartimientos.

Sus Funciones son:

- Sirve para el acceso de materiales, personal, equipos, herramientas.
- Para la extracción ó Izaje de mineral.
- Como ducto de ventilación, etc.



- Como ducto de ventilación.
- Acceso de personal, materiales, herramientas, insumos a los tajeos de explotación.
- Para delimitar y ubicar los blocks mineralizados.
- Van canalizados los cables eléctricos, tuberías de conducción de agua y aire comprimido, tuberías de relleno hidráulico, etc.
- Como camino, izaje y buzones.
- Echadero de mineral



## ECHADERO DE MINERAL Y DESMONTE



- Echadero para desmonte

### B. Labores Horizontales

#### ▪ Túnel:

Labor casi horizontal que comunica subterráneamente a superficie por ambos extremos. Es abierta al extremo de una montaña o una colina para permitir el acceso a un yacimiento mineral.

Son desarrollados sobre roca o material estéril.

Sus funciones son:

- Vías de comunicación de carreteras, ferrocarriles.
- Desviar cursos de ríos.
- Para ventilación en minas.
- Vías de acceso al depósito mineral.
- Drenaje o desague de minas.
- Casas de fuerza eléctrica en subterránea. Etc.



▪ **Galerías**

Labor casi horizontal que se desarrolla sobre veta o en alguna de sus cajas, siguiendo el rumbo ó dirección de la veta.

Labor horizontal al interior de la mina subterránea para permitir el acceso al yacimiento de mineral.

Sus Funciones son:

- Delimitar el block mineralizado.
- Labor de acceso al depósito mineral,
- Acceso para personal, herramientas, materiales, equipos, maquinarias y otros.
- Reconocer la continuidad del yacimiento, etc.



▪ **Cortada**

Labor casi horizontal que se realiza sobre roca y ó material estéril formaángulo con la dirección del depósito mineral o galería.

Es una labor semejante a la galería.

Sus Funciones son:

- La de cortar o atravesar a la zona mineralizada.
- Delimitar la potencia del depósito mineral.
- Dar acceso directo al depósito mineral.
- Como medio de exploración de otros depósitos mineralizados. Etc.



- **Crucero**

- **Nivel:**

Es el conjunto de Labores Horizontales y ramificados que tienen una misma cota ó se encuentran en un mismo plano y que necesariamente desembocan en un pique o socavón.

Es usual trabajar las minas desde un pozo, estableciendo niveles a intervalos regulares, generalmente con una separación vertical de 50 metros o más.

Su Función primordial es de facilitar el transporte del mineral de los tajeos hacia los echaderos de mineral.

- **Cámaras**



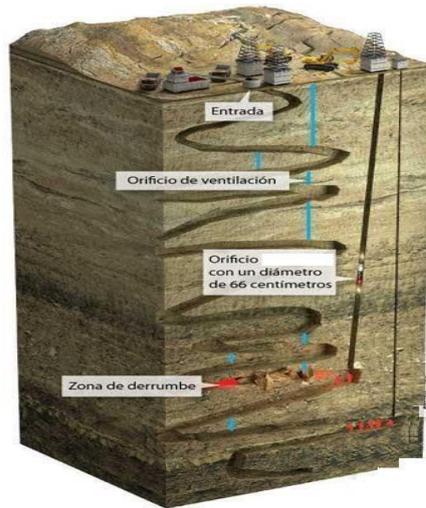
### C. Labores Inclinadas

#### ▪ - Rampas:

Son Labores Inclinadas desarrolladas sobre roca o material estéril, son de secciones grandes, considerable pendiente (12%) a fin de ganar longitud y altura. La rampa une dos ó más labores horizontales ó niveles de diferentes cotas.

Sus Funciones son:

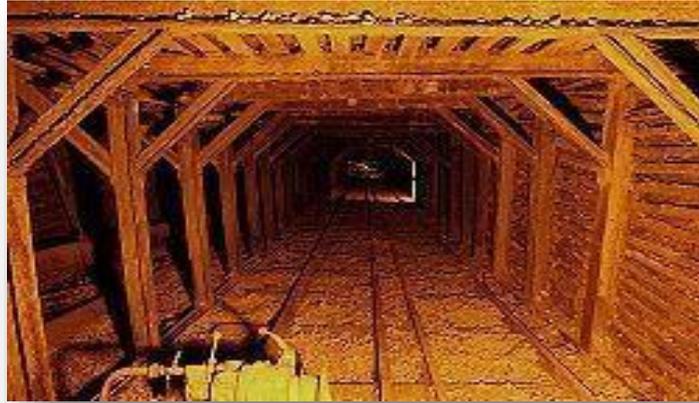
- Labor de accesos de equipos y maquinarias pesadas sobre llantas a interior Minadesde la superficie o entre los niveles.
- Permite la extracción del mineral por medios rápidos y flexibles con equipos debajo perfil.
- Permite el acceso de personal, materiales, insumos y herramientas ,etc.



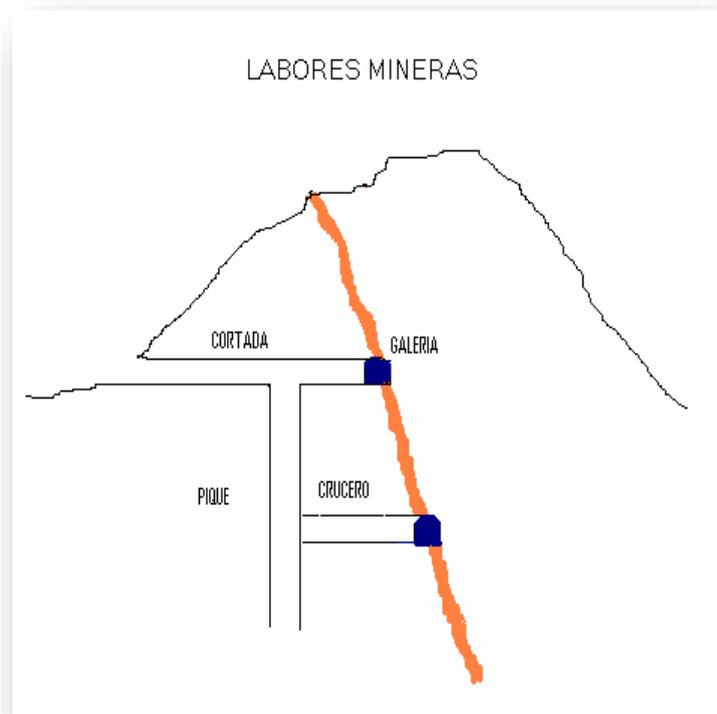
- **Media Barreta**
- **Inclinados**
- **Galerías o Guías:** Túneles horizontales al interior de una mina subterránea que se realizan por lo general en el manto o veta, siguiendo la dirección del rumbo.



- **Pique o pozo Vertical:** Labor minera (agujero o pozo) con dirección vertical, elaborada entre niveles de una mina subterránea, la cual es utilizada, generalmente, para el movimiento de material de mena o estéril, evacuación de personal o como medio de ventilación.



- **Cruzadas:** son labores horizontales, perpendiculares al rumbo del cuerpo mineralizado.



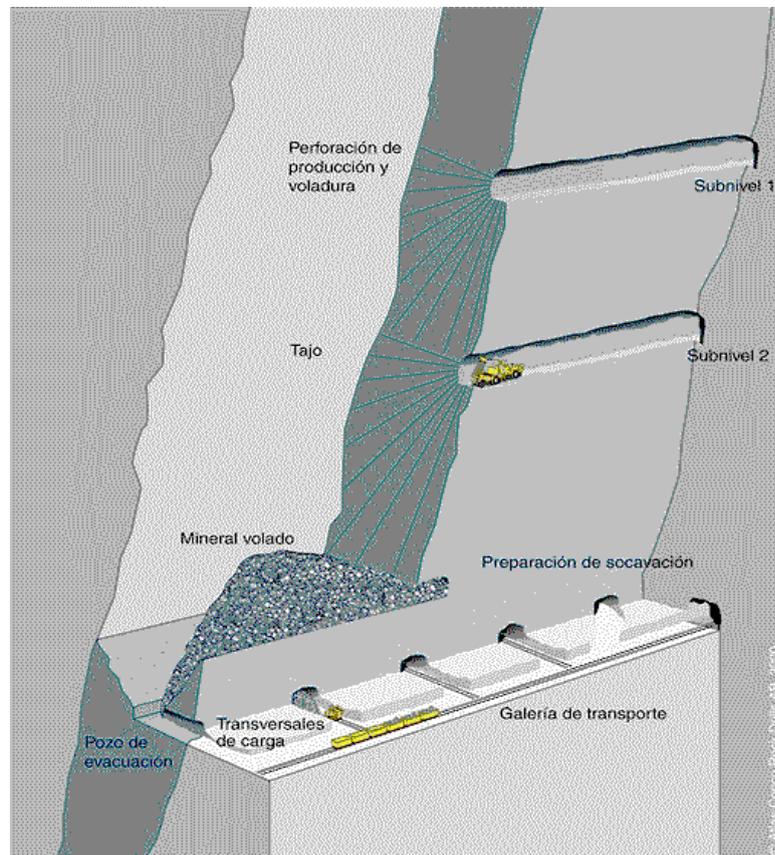
## LABORES DE PREPARACIÓN

La preparación de una mina para la explotación del depósito mineral, consiste en desarrollar LABORES

MINERAS DE ACCESO, para arrancar y extraer el mineral económicamente explotable en forma sistemática, ordenada, con la mayor y la mayor seguridad posible.



**Subnivel:** Nivel u horizonte de trabajo situado entre los niveles de trabajo principales. Nivel intermedio elaborado a una corta distancia por encima o debajo de un nivel principal, con el objeto de facilitar la extracción de una cámara de explotación.

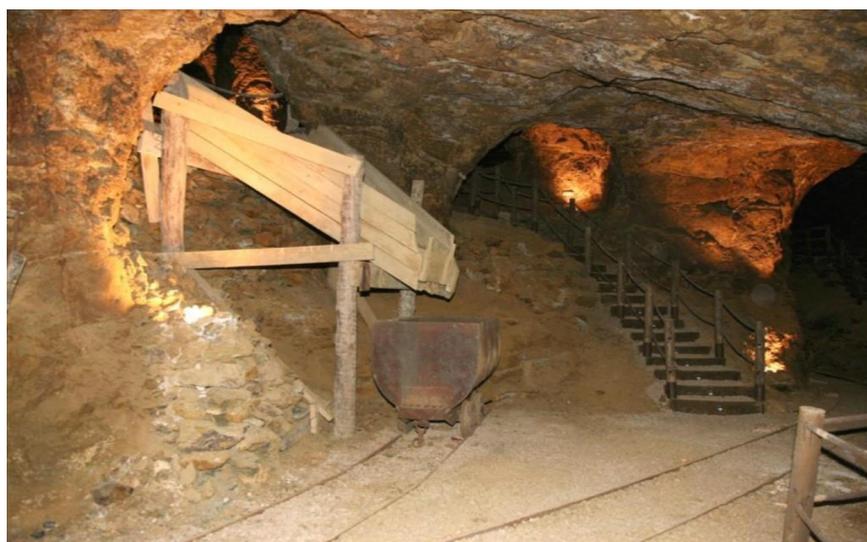


**Chimenea:** Conexión vertical entre galerías para ventilación, personal o mineral.



**Clavada:** Excavación vertical o inclinada ejecutada en la roca con la finalidad de permitir el acceso a un yacimiento o conectar niveles de explotación.

**Tolva:** Silo de almacenamiento temporal utilizado en la minería especialmente al final de un tambor; éstas se pueden construir en madera o en metal.



Matriz de Consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA						
<b>TÍTULO: Estrategias de Desarrollo y Preparación para el Plan de Producción de la Mina Carahuacra - Compañía Minera Volcan S.A.A.</b> <b>Tesista: Bach. Raul Alexander DURAN ESPIRITU</b>						
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	TIPO Y NIVEL DE INVEST
<b>GENERAL:</b> ¿Es posible realizar estrategias de Desarrollo y Preparación para el Plan de Producción de la Mina Carahuacra de la Compañía Minera Volcan S.A.A.?  <b>Problemas específicos</b> A. ¿Cómo ejecutar el plan de minado cumpliendo con la producción establecida en la Mina Carahuacra de la Compañía Minera Volcan S.A.A.? B. ¿Cómo obtener las estrategias para que el plan de producción tenga la factibilidad técnica y económica óptima de la Mina Carahuacra en la Compañía Minera Volcan S.A.A.?	<b>GENERAL:</b> Realizar estrategias de desarrollo y preparación para el Plan de Producción de la Mina Carahuacra de la Compañía Minera Volcan S.A.A.  <b>Objetivos específicos</b> A. Aplicar la caracterización geomecánica para el control de la estabilidad de las labores subterráneas de la Mina Carahuacra de la Compañía Minera Volcán S.A.A. B. Obtener los Parámetros Geotécnicos, para realizar un adecuado sostenimiento de las labores subterráneas de la Mina Carahuacra en la Compañía Minera Volcan S.A.A.	<b>GENERAL</b> Si realizar estrategias de Desarrollo y Preparación para el Plan de Producción de la Mina Carahuacra de la Compañía Minera Volcan S.A.A.  <b>Hipótesis específicas</b> A. Si ejecutar el plan de minado cumpliendo con la producción establecida en la Mina Carahuacra de la Compañía Minera Volcán S.A.A. B. Con obtener las estrategias para el plan de producción tendremos la factibilidad técnica y económica óptima de la Mina Carahuacra en la Compañía Minera Volcan S.A.A.	<b>INDEPENDIENTE</b> X: Estrategias de Desarrollo y Preparación de la Mina Carahuacra. Variable  <b>DEPENDIENTE</b> Y: Plan de Producción de la Mina Carahuacra.	Gestión Minera  Planeamiento Minero.  Metodo de Explotacion  }Proceso de producción	Nivel Principal  Subniveles  Proceso de producción  Ciclo de Minado	<b>TIPO:</b> Aplicada  .  NIVEL: Evaluativa.